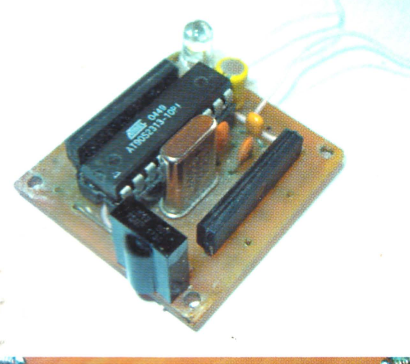
www.radio.ru

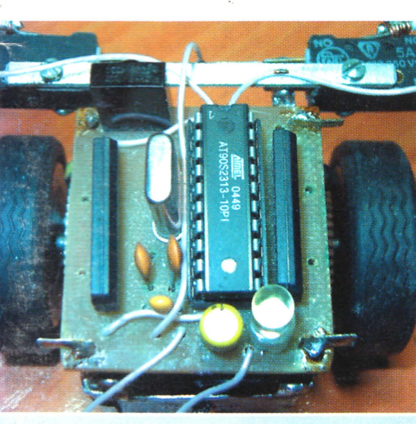
9•2006

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ







РОБОТ С ИК УПРАВЛЕНИЕМ

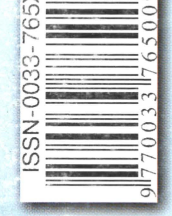
- Телевизор: логика управления
- Стереофонический УКВ тюнер



- Частотомер с ЖКИ на микроконтроллере
- Снижение уровня помех от импульсного ИП

...и еще 25 конструкций





Информация из журнала "Радиолюбитель", № 2, 1928 год.

Многократные лампы
Фирмы „Loewe“, Берлин

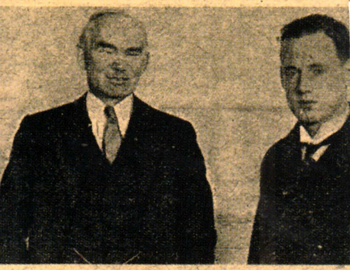
Германской фирмой Леве присланы в редакцию „Радиолюбителя“ для испытания многократные лампы, которые описывались у нас в № 6 нашего журнала за 1927 г., стр. 230. Как уже описывалось, двухкратная лампа высокой частоты представляет собой сконструированную в одном баллоне систему двух каскадов в ч... ...чные лампы с переходом через со...



Вот так выглядит "многократная" радиолампа.



Об оконечном усилении
(Для подготовленного читателя)
М. Арденне



Ли де Форест и М. Арденне.

LOEWE ...O

...ЕМЕЦКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ!

МНОГОКРАТНЫ... ЛАМПЫ

Каждая ...

1. Тройная лампа ... каскадный усилит...

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЛЕВЕ ДЛЯ МНОГОКРАТНЫХ ЛАМП.

1. Приемник Леве, типа О. Е. 333, с трехкратной лампой для приема на громкоговоритель от ближних станций.

2. Приемник Леве, типа 2 H 3 N для ... на громкоговоритель большинства дальних ...пейских станций.

Ищут платежеспособные фирмы для продажи.
LOEWE-RADIO G. m. b. H. Berlin-Steglitz, Германия, Wiesenweg, 10.

На первой всесоюзной радиовыставке в Москве в 1926 г. фирма получила ... хвальный отзыв.

«МНОГОКРАТНЫЕ» РАДИОЛАМПЫ АРДЕННЕ

На начальном периоде развития полупроводниковой интегральной электроники широко использовались, в том числе и в бытовой радиоаппаратуре, гибридные интегральные микросхемы. Находят они применение и в наши дни. Но мало кто знает, что первое гибридное интегральное устройство появилось еще 80 лет назад, и предложил его пятнадцатилетний гимназист...

В годы учебы в берлинской гимназии Манфред фон Арденне увлекся будоражившим в те годы весь мир радио. Он не только повторял известные конструкции, но и постоянно искал новые решения. Это будет основной чертой характера всю жизнь, и его по праву будут впоследствии называть "Европейским Эдисоном".

И вот, в 1923 году гимназист Арденне придумал и запатентовал "многократную" радиолампу, которая содержала внутри баллона не только несколько триодов (это само по себе уже было большим шагом вперед), но и пассивные элементы — резисторы и конденсаторы. По-существу, было предложено первое интегральное вакуумное устройство.

Талантливого подростка заметил Зигмунд Лёве, купил у него патент и при участии Арденне начал в 1926 году на своей фирме Loewe-Opta выпуск "многократных" ламп и приемников на их основе.

Манфред фон Арденне сотрудничал с журналом "Радиолюбитель" и, в частности, в 1927 году опубликовал статью, которую мы воспроизводим целиком в этом номере журнала (см. с. 6 — 7). Приведенные на этой обложке фотографии радиолампы 3NF и одного из приемников, о которых рассказывается в этой статье, сделаны в уже известном нашим читателям радиомузее ООО "Фирма РКК" (www.rkk-museum.ru).

"Многократные" радиолампы Арденне выпускались до 1934 года — их вытеснили более универсальные в применении и дожившие до наших дней комбинированные радиолампы, не содержащие внутри баллона пассивных элементов.

А что же Манфред фон Арденне? За долгую жизнь (он прожил 90 лет) Арденне получил более 600 патентов в самых различных областях физики, техники и даже медицины. Его заслуги выдающегося ученого, изобретателя и инженера признаны во всем мире.



Приемник Loewe Radio на таких радиолампах — вид снаружи.

Внутри такого приемника — только "многократные" радиолампы и контуры!

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Робот с ИК управлением (см. статью на с. 56).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АНАЛИЗАТОР УРОВНЯ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА
АКТИВНЫЙ САБВУФЕР ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА
ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРА СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА
ПРОГРАММИРУЕМЫЙ BASIC-КОНТРОЛЛЕР

Тираж журнала «Радио» № 8 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 02.08.2006 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 207-31-18. Факс: (495) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 207-08-48
Отдел рекламы — (495) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 207-77-28
Бухгалтерия — (495) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.08.2006 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ООО «ИД Медиа-Пресса», 127137, Москва, ул. «Правды», д. 24, стр. 1. Зак. 61839.

Нашим авторам — 75 лет!

В августе этого года нашим постоянным авторам *Константину Павловичу Харченко* и *Якову Семеновичу Лаповку* исполнилось 75 лет.

Первая статья Константина Павловича Харченко "Зигзагообразная антенна" была опубликована в журнале "Радио" № 3 в 1961 г. (сорок пять лет назад!) под рубрикой "За зоной уверенного приема".





Прошло немного времени и почти в каждом населенном пункте страны можно было увидеть на крышах домов описанную в его статье антенну — дело рук радиолюбителей, читателей журнала. Статья оказалась столь популярной, что автор получал по несколько сотен писем еженедельно с вопросами, связанными с конструированием антенн.

За прошедшие годы Константин Павлович опубликовал в журнале "Радио" более 40 статей по антенной тематике. Он неоднократно отмечался дипломами редакции.



В 1963 г. техника любительской радиосвязи в нашей стране сделала качественный скачок. На XIX Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ появился первый аппарат принципиально нового класса — трансивер. Его автором был молодой ленинградский коротковолновик Яков Семенович Лаповок (UA1FA). Создатель трансивера был отмечен специальным призом Министерства связи. Вскоре описание этого трансивера было опубликовано в журнале "Радио", и в стране началась повальная "трансиверизация" радиолюбительства.

Впоследствии Яков Семенович разработал немало популярных конструкций трансиверов — и один, и в содружестве с Георгием Николаевичем Джунковским (UA1AB). Заботясь о подрастающем поколении радиолюбителей, он создал несколько связных аппаратов для начинающих коротковолновиков. Продолжает он свою конструкторскую деятельность и сегодня — в одном из следующих номеров журнала будет опубликовано описание созданного им недавно КВ усилителя мощности.

Отдельной строкой надо отметить его работу по укреплению и развитию радиолюбительства в Ленинграде — Санкт-Петербурге, в возрождении лучших традиций отечественного радиолюбительства.

Редакция, редколлегия и читатели журнала "Радио" от всей души поздравляют юбиляров, желают им доброго здоровья, творческого долголетия, удачи и успехов во всех начинаниях и надеются на дальнейшее продолжение сотрудничества.

Это интересно...

Мобильник заменит няню

Во многих фантастических фильмах о детях заботятся специальные кибер-няни. Теперь будущее наступило, и роль детского "соглядатая" готов сыграть обычный мобильник.

Мобильный телефон Carephone от LG представляет собой достаточно простую модель с монохромным экраном и несколькими кнопками управления, которые позволяют звонить по ограниченному числу номеров, которые заранее "запрограммируют" родители. Кроме того, телефон позволяет постоянно отслеживать местонахождение ребенка через специальный сайт, а также контролировать его перемещение в преде-



лах заранее определенной зоны — в случае, если ребенок пересекает намеченную границу, то "предку" на его сотовый поступает соответствующее SMS-сообщение.

Стоимость этих двух услуг (их можно подключать по отдельности) составляет порядка 30 долл., а сам "детский" мобильник стоит всего 50 долл. Однако, к сожалению, этот полезный для родителей сервис доступен лишь в том случае, если они будут подключаться к оператору Verizon.

Kodak отказался от "цифры"

Несмотря на растущую популярность цифровой фотографии во всем мире, не всем производителям удается успешно конкурировать в этом сегменте рынка. Компания Kodak прекращает производство цифровых фотоаппаратов, передав его другой фирме. Однако это не значит, что бренд Kodak уходит с рынка цифровой фотографии. Согласно официальной информации производство камер под этой торговой маркой будет осуществлять компания Flextronics. Кроме того, сингапурский производитель займется разработкой и продажами новых моделей под знаменитым брендом. Тем не менее самые сложные разработки и дизайн, а также маркетинг продукции по-прежнему будут осуществляться Kodak. Ему же будет принадлежать право интеллектуальной собственности на все разработки.

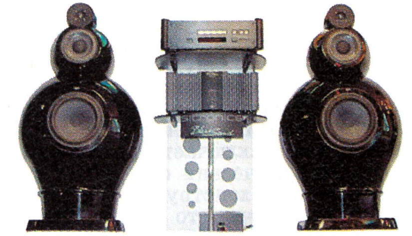
Компания Kodak с середины 90-х годов прошлого века диктовала моду на развивающемся рынке цифровой фотографии. Именно ей принадлежит первенство по многим немаловажным показателям: так, модель DC-20 стала первой по-настоящему компактной и удобной цифровой камерой, а в модели DC-50 Zoom были впервые применены вариообъектив и система автоматической фокусировки. Во многом именно усилиями Kodak цены на цифровую технику интенсивно снижались, пока не приблизились к психологически комфортной отметке 300 долл. (DC-20) — что позволило цифровым камерам вступить в прямую конкуренцию с компактными пленочными моделями. С конца 2003 г. Kodak сосредоточился на выпуске только цифровых фотоаппаратов, а в 2004 г. полностью прекратил производство пленочных камер.

Создана первая российская стереосистема Hi-End

Российская компания Sitronics объявила о создании первой российской стереосистемы класса High-End. Модель Sitronics Black Sound (SBS) воплотила в себе более тридцати ноу-хау специалистов компании, оригинальную схемотехнику цифрового преобразования и усиления сигнала.

В SBS входят CD проигрыватель, интегральный усилитель и четырехполосная акустическая система. Акустика Black Sound имеет пиковую мощность 400 Вт и диапазон частот от 20 до 25000 Гц.

Уверенность компании в высоком уровне стереосистемы подчеркивается намерением провести сравнение усилителя SBS с любым аналогичным устройством High-End с мировым именем.



Sitronics готов предоставить для тестов компоненты системы с тем, чтобы получить независимые экспертные оценки потребительских свойств Black Sound в сравнении с аналогами.

Напомним, что производственное объединение "Ситроникс: потребительская электроника" вывело этой весной на рынок новую линейку автомобильных коаксиальных акустических систем: CSQ 503, CSQ 603 и CSQ 693. Все три системы — трехполосные, т. е. имеют динамики средних, высоких и низких частот. Полипропиленовые диффузоры Sitronics обладают защитным водостойким покрытием. Флагманом линейки является модель Sitronics CSQ 693. Эта АС размерами 15×23 см обладает номинальной мощностью 110 Вт и максимальной 240 Вт при невероятно широком диапазоне воспроизводимых частот — от 40 до 24000 Гц.

Японских производителей объединит интернет-телевизор

Пять ведущих японских производителей электроники, в числе которых Sony, Matsushita, Sharp, Toshiba и Hitachi, объединяются для запуска в производство новой технологической разработки — интернет-телевизоров, позволяющих принимать трансляции интернет-телевидения (IPTV) без использования ПК.

Для реализации совместного проекта будет создана компания TV Portal Service Corp. Все телевизоры будут иметь единый стандарт приема сигнала и работать с программным обеспечением на базе операционной системы Linux. По мнению разработчиков, преимущества Linux, по сравнению с Windows, заключаются в лучших скоростных качествах, а также в меньшей уязвимости ОС перед вирусами.

Главными преимуществами интернет-телевидения называют неограниченное число каналов, цифровые технологии, интерактивность и услуги по запросу. Эти и другие возможности впечатляют, но главное в другом: модернизация сетей позволит каждому абоненту получить доступ к видеоконтенту, создаваемому миллионами таких же участников системы, как и он. Каждый сможет развивать собственный видеоканал.

Предполагается, что первые интернет-телевизоры появятся в продаже в Японии уже в 2007 г. Появятся ли новинки в других регионах мира, не сообщается, как не известна и ориентировочная стоимость устройств.

Сегодня в мире насчитывается 14 компаний, которые имеют более 100 тысяч подписчиков на услуги IPTV. Среди них — Chunghwa Telecom, Fast Web, China Telecom, Bell South, KDDI, TeliaSonera, Telefonica, France Telecom. Единственным отечественным оператором, развивающим направление платного телевидения на основе сетей широкополосного доступа, является "МТУ-Интел".

По материалам http//www.cnews.ru



Приемные схемы с многократными лампами

М. Арденне

От редакции

Многократные лампы — техническая новинка, которая за последнее время начинает получать применение, особенно в Германии, где ее производит фирма Леве. Конструктором этих ламп — М. Арденне, который известен и нашим любителям по работам в области усилителей на сопротивлениях, в редакцию прислана печатаемая ниже статья, которая имеет, очевидно, целью ознакомить советских любителей с возможными применениями этих ламп. Не лишне поэтому предпослать несколько слов о сущности многократных ламп.

Многократная лампа представляет собою конструкцию, в которой несколько электронных ламп вместе с соединительными элементами (сопротивления, конденсаторы, утечки) заключены в общий стеклянный баллон. Эти лампы выпускаются двух типов — высокой и низкой частоты.

На рис. 1 показана внутренность многократной лампы низкой частоты. По существу это трехкратный усилитель низкой частоты, собранный по схеме М. Арденне.

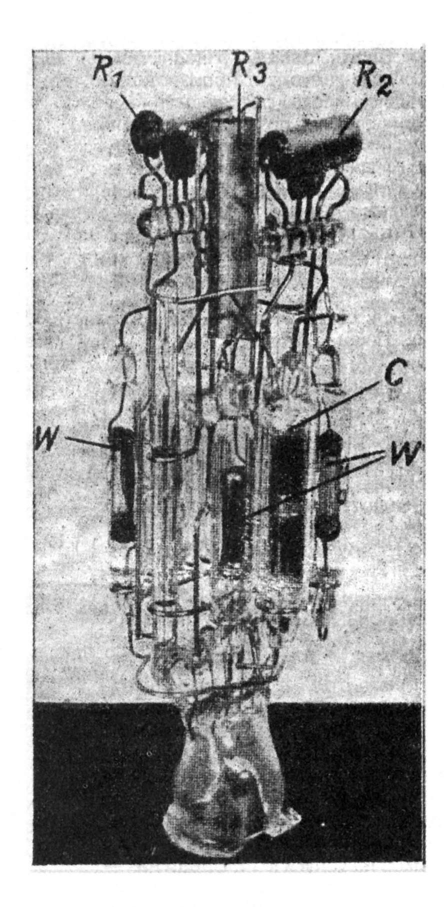


Рис. 1. Внутреннее устройство трехкратной лампы низкой частоты.

Многократные лампы высокой частоты представляют собой, двухкратный усилитель высокой частоты на сопротивлениях с двухсеточными лампами. Если практический смысл многократных ламп низкой частоты заключается, главным образом, в экономических соображениях и в стремлении к конструктивной компактности аппаратуры, то в многократных лампах высокой частоты здесь прибавляется еще то преимущество, что благодаря вакууму получается конструктивная возможность получать значительные усиления на сопротивлениях при высоких частотах.

Трехкратный усилитель н. ч.

Существует мнение, что многократные лампы, в которых несколько ступеней усиления заключены в один баллон, как бы суживает поле деятельности любителя-конструктора. В известной степени эта мысль верна, но вместе с тем для любителя уменьшается чисто механическая работа при конструировании нескольких одинаковых ступеней усилителя.

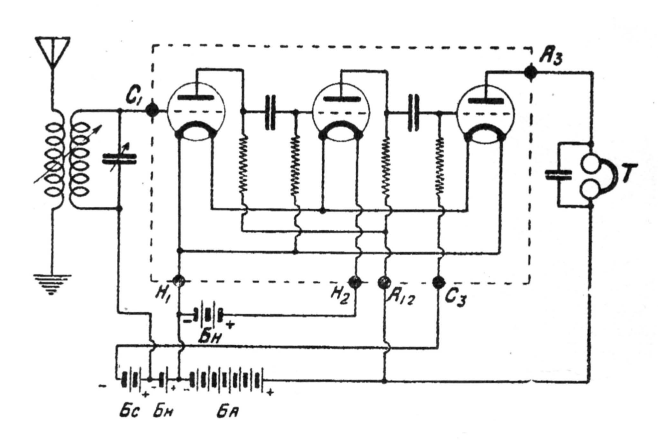


Рис. 2. Простейшая схема включения трехкратной лампы н. ч.

Во всяком случае и при многократных лампах возможно большое разнообразие схем, собирание которых представляет интерес для любителя. Некоторые наиболее оправдавшие себя схемы будут разобраны в настоящей статье.

На рис. 2 показана простейшая схема включения трхкратной лампы низкой частоты. На этом рис. часть схемы, обведенная пунктиром, и представляет собою все то, что заключено внутри баллона трехкратной лампы. Наружу к ножкам лампы выведены те пункты, которые обозначены на чертеже жирными точками. Из рис. видно, что для осуществления схемы нужно соответствующим образом присоединить к трехкратной лампе колебательный контур батареи, телефон или громкоговоритель и блокировочный конденсатор. В этой схеме первая лампа служит в качестве детектора, при чем детектирование происходит на анодной характеристике путем задавания отрицательного потенциала на сетку первой лампы. При приеме на рамку или комнатную антенну местных станций, получается громкий прием. В виду того, что в схеме нет обратной связи, которая могла бы уменьшить затухание антенного контура, приходится при приеме дальних станций пользоваться наружной антенной и применять катушки с возможно меньшими потерями.





1927, № 6, с. 230, 231

В этой схеме, как и в других схемах с многократными лампами, не нужен отдельный реостат накала, так как нити так сконструированы, что обычные колебания напряжений (при четырехвольтном аккумуляторе) не сказываются на работе усилителя. На рис. 3 дана фотография приемника, построенного по этой схеме.

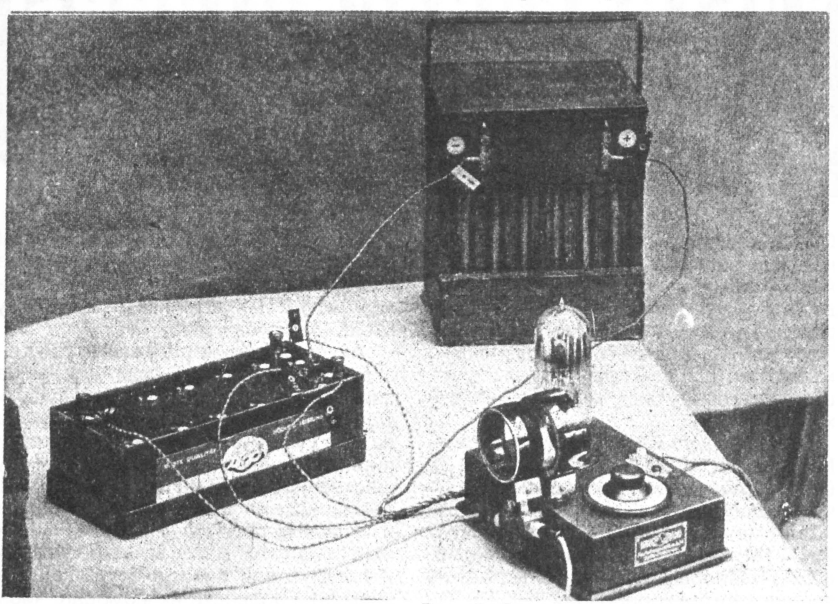


Рис. 3. Вид приемника по схеме рис. 2.

Само собой понятно, что подобные усилители обладают обычными для усилителей на сопротивлениях качествами (отсутствие искажения, большое усиление и т. д.). Многократная лампа низкой частоты может быть применена в любой схеме в качестве элемента низкой частоты. В частности, хорошие результаты дает схема, у которой перед многократной лампой низкой частоты включены 2 обычные лампочки, работающие в качестве усилителя высокой частоты.

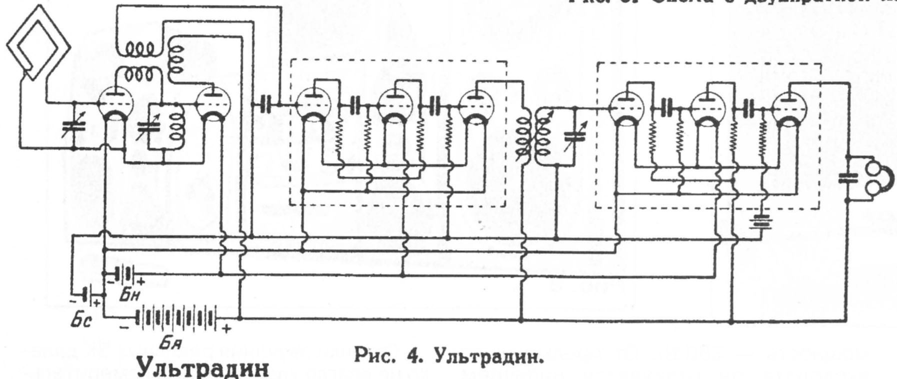


Рис. 4. Ультрадин.

Ультрадин

Эти же лампы могут с успехом применяться в супергетеродинных схемах. Одна из таких схем—ультрадинная схема дана на рис. 4. Здесь промежуточная частота усиливается двумя трехкратными лампами, включенными каскадом одна за другой. Гетеродином является вторая лампочка. В анодной цепи первой лампы имеется катушка соединенная последовательно с колебательным контуром генераторной лампы. Первая катушка служит для связи с настроенным контуром промежуточной частоты, который включен в первую сетку первой трехкратной лампы. Этот контур настроен на волну в 4.000—5.000 м. Второй промежуточный контур, включенный перед второй трехкратной лампой, должен иметь настраивающийся конденсатор. Эта настройка необходима в виду возможных расстроек при изменении связи. При построении схемы следует обратить особое внимание на старательный монтаж и на то, чтобы не появились индуктивные и емкостные связи между обоими контурами промежуточной частоты. К достоинствам этой схемы нужно отнести сравнительно большую простоту обслуживания, очень незначительный расход анодного тока в двух первых ступенях трехкратных лампочек (они имеют в анодах сопротивление в несколько мегомов). Ток накала всех восьми нитей не больше 0,7 ампера.

Усиление на высокой частоте

Хорошие результаты получаются со схемами, в которых двухкратная высокочастотная лампочка включена перед трехкратнонизкочастотной лампой. Подобная схема показана на рис. 5. Обратная связь достигается конденсатором *C*, емкость которого, вследствие большого усиления двухкратной лампы, должна быть не больше 2 сантиметров. В схеме получается независимость настройки от величины обратной связи. При приеме близких станций выключается первая лампа, а зажимы антенны и земли присоединяются к клеммам K_1 и K_2. На рис. 6 показан наружный вид приемника, построенного по схеме рис. 5 Эксперименты с приемником показали, что в большинстве случаев можно было без затруднений в различных германских больших городах принимать при нормальных наружных антеннах дальние станции на громкоговоритель.

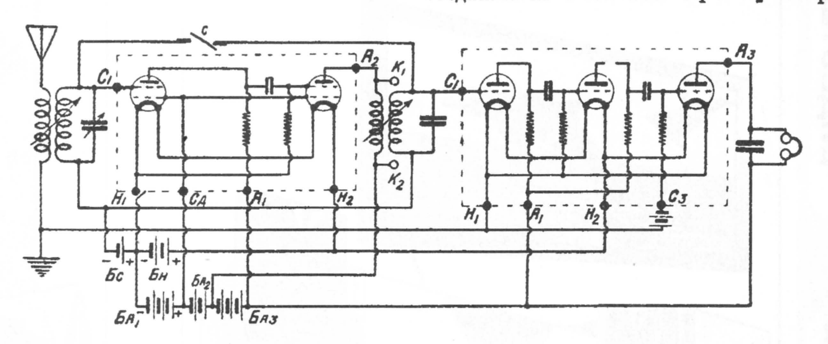


Рис. 5. Схема с двухкратной лампой в. ч. и трехкратной лампой н. ч.

Двухкратная лампа высокой частоты может быть включена перед любой схемой; практически включение этой лампы действует так, как-будто бы улучшилось качество антенны. С этой же лампой возможны интересные рефлексные, тропадинные, супергетеродинные и суперрегенеративные схемы.

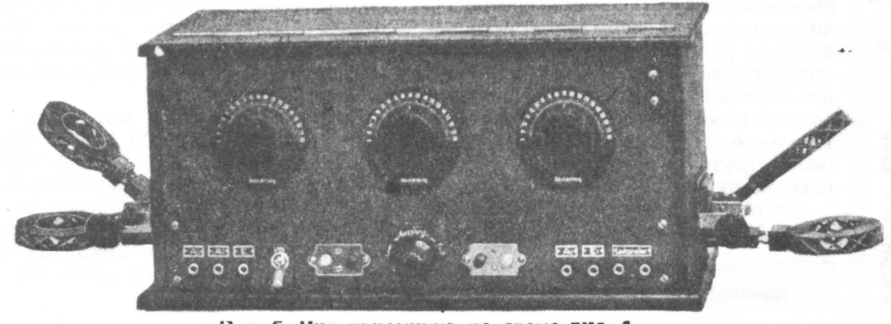


Рис. 6. Вид приемника по схеме рис. 4.



МУЛЬТИМЕДИАСМОТРИНЫ HDI SHOW-2006

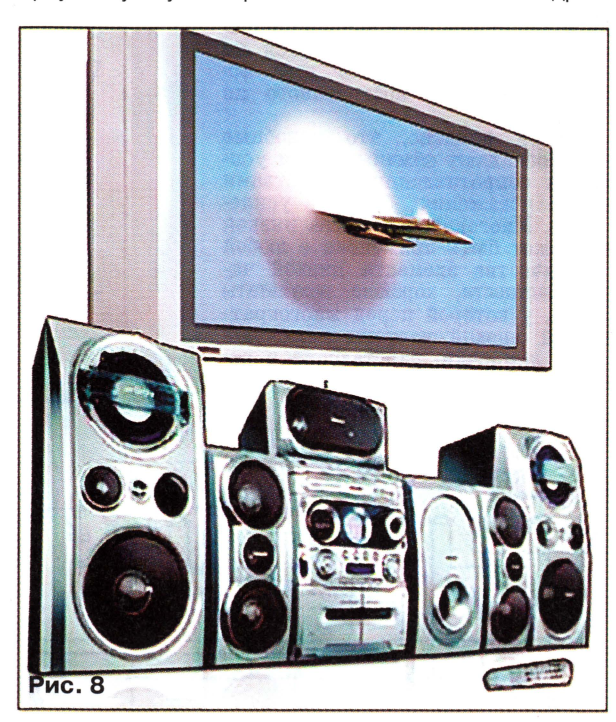
В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

Музыкальные центры. В последние годы любители всего "мобильно-портативного" высоко оценивают оснащенные проигрывателями DVD музыкальные центры (МЦ), сейчас активно заменяющие блочные стационарные домашние кинотеатры (ДКТ). Следует заметить, что акустика МЦ лучше приспособлена для музыкального сопровождения, чем аппаратура ДКТ. Потребителю (особенно молодежи) импонируют конструктивно единые с футуристическим дизайном, функционально насыщенные комбайны, устанавливаемые в небольших помещениях и легко переносимые.

На выставке стильным дизайнерским исполнением выделялась музыкальная DVD-система ABS551T1, изображенная на **рис. 7**, разработки и производства компании BBK. Фронтальные громкоговорители (по 40 Вт) системы построены по двухполосной схеме и вместе с сабвуфером (50 Вт, крайний блок слева на иллюстрации) обеспечивают достоверное звучание как при автономной работе, так и совместно с телевизором. Вертикальное исполнение и щелевой механизм загрузки дисков упрощают расстановку компонентов МЦ.

Система оснащена видео-ЦАП 108/12 МГц/бит и аудио-ЦАП 192/24 кГц/бит.


Рис. 7


Рис. 8

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2006, № 8

Она работает во всех популярных аудио- и видеостандартах дисков, включая DVD-Audio, снабжена слотом для считывания данных с карт памяти SM/MMC/SD, цифровым тюнером, микрофоном для режима "караоке". На задней панели размещено множество соединителей, коммутирующих аналоговые и цифровые входные и выходные сигналы.

Параллельно BBK выпускает схожий МЦ модели ABS575T1, но с пятью ЗК (тоже с сабвуфером) окружающего звучания, дополненный интерфейсом USB.

Примечательный МЦ модели FWD 796/21M, представленный на **рис. 8**, с DVD-плейером серийно выпускает на заводе в Китае корпорация PHILIPS. Он имеет большую суммарную звуковую мощность — 580 Вт. От предыдущего экспоната он отличается наличием двухкассетного магнитофона и трехместного проигрывателя дисков DVD (PAL/NTSC), CD, MP3/WMA. Для случаев "когда душа поет" также предусмотрена функция "караоке".

Потребляемая МЦ мощность — 85 Вт от электросети 220...240 В. Габариты (ширина, высота, глубина): базовый блок — 27×32×35 см, фронтальные ЗК — 24×46×25 см, центральная ЗК — 25×13×16 см, задние ЗК — 14×31×31 см, активный сабвуфер — 20×31×39 см (масса — 6,2 кг). Масса всего МЦ — 30,4 кг.

Одновременно PHILIPS выпускает МЦ модели FWD790/21 — мини-Hi-Fi-систему, схожую по функциональным возможностям, но укомплектованную двумя ЗК (без сабвуфера).

Акустика домашнего театра. Конструирование звуковых излучателей базируется на известных законах физики. Однако многолетняя практика показала, что существует еще множество эмпирических нюансов, оказывающих существенное влияние на качество воспроизведения музыкальных, речевых и шумовых образов. Наиболее значимые среди них: материалы корпусов ЗК и диффузоров динамических головок, элементы подвески их мембран, число и расположение головок в ЗК и др.

Оттенки звучания реальных ЗК далеко не всегда улавливаются измерительной аппаратурой, поэтому нередко объявляются поклонники и оппоненты тех или иных афишируемых направлений аппаратуры. Многие из них, как профессионалы, так и любители, довольно часто апеллируют к "слуху" и доверяются, по их мнению, универсальному и достоверному инструменту, способному на определение "критерия истинности". На выставке, например, два любителя среднего возраста утверждали, что сейчас на их "слух" критерию качество/цена в наибольшей мере отвечает отечественная акустика, производимая



Рис. 9

и также охватывающими ящик, но уже с тыльной стороны. В результате получалось сложение колебаний, приводящее к уменьшению амплитуды низких частот с длинами полуволн, перекрывающими фронтальные плюс боковые размеры конструкции. Явление получило название "акустического короткого замыкания".

Считается, что предложенное позже акустическое оформление "закрытый ящик" (ЗЯ) поспособствовало увеличению громкости воспроизведения "басов" и одновременно снижению нелинейных искажений. Кроме того, оно еще позволило получить более линейную АЧХ во всем интервале слышимых частот. На протяжении более 50-ти лет ЗЯ занимает позицию преобладающего направления в производстве Hi-Fi-электроакустики. Однако у аппаратуры массовых направлений — телевизоров, радиоприемников, автомагнитол и др. — ЗЯ не получил признания. Предполагается, что у него недостаточно линейна амплитудная характеристика и поэтому не всегда сохраняется разборчивость проходящих через него речевых сигналов. Наряду с этим открытое излучение свойственно электростатическим и изодинамическим (магнепланарным) излучателям.

Разработанные в объединении JAMO ЗК модели R909, показанные на **рис. 9**, представляют собой одну из немногих попыток возрождения симметрично открытых или, по другому, дипольных акустических излучателей с электродинамическими головками. Публично изделия впервые были представлены в прошлом году в сентябре на выставке IFA-2005 (Берлин, Германия). Хотя, как поясняет ведущий разработчик Г. Г. Мортенсен (Henric Green Mortensen), первый лабораторный предшественник R909 был смонтирован десять лет назад. Последующие годы ушли на доводку, испытания, проведение измерений характеристик других опытных образцов, после чего ЗК начали производить серийно.

По мнению Г. Мортенсена, в электроакустике в звукопередачах музыкальных композиций "открытым" решениям характерна большая естественность, и поэтому они в первую очередь подходящи для создания стереофонических образов. Кроме того, как показали проведенные в JAMO сравнительные испытания, потери громкости басов, им свойственные, проявляются меньше при использовании низкочастотных (НЧ) головок с большим диаметром диффузора. Таких излучателей диаметром 380 мм в R909 установлено два. Помещенная над ними среднечастотная (СЧ) головка диаметром 150 мм также работает в режиме "открытого" тыла. Вместе с тем расположенная сверху высокочастотная (ВЧ) головка диаметром 25 мм работает в предельно малом "закрытом" объеме. Однако от разработчиков еще требовалось создать конструкцию, эстетически привлекательную, украшающую интерьер жилых помещений.

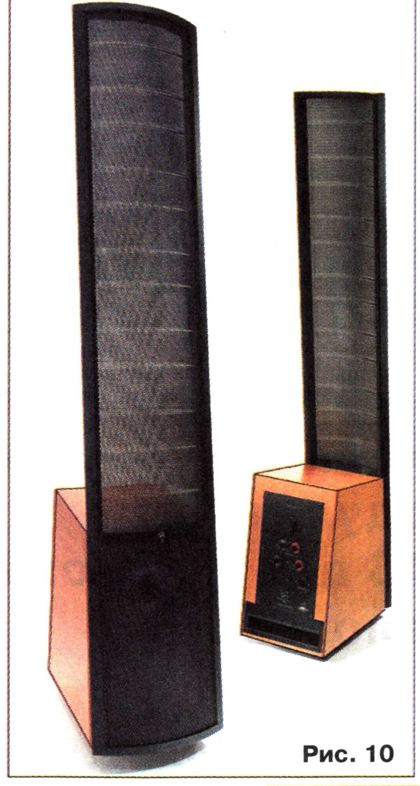
Другие технические характеристики ЗК: частотный интервал — 25...30000 Гц с разделением полос на частотах 250

компаниями ALEX в Москве и АВЕСТ (AVEST) на Дальнем востоке.

Понятно, что "слух" очень даже желательно использовать для ориентировочной оценки, особенно если больше ничего нет. Однако в лабораторных условиях включать слуховой мониторинг целесообразно лишь после инструментальной проверки технических характеристик объекта. Но полностью полагаться на него несовсем корректно.

Здесь уместно пояснить, что по правилам метрологии любое средство, используемое даже для приближенных измерений, предварительно необходимо аттестовывать. Поэтому, например, летчиков, моряков, железнодорожников, шоферов, милиционеров и др., которым по роду занятий необходим "слух", на работу принимают с предъявлением справки о его проверке. Измерения АЧХ и чувствительности уха до 7...8 кГц проводят поликлиники, а до 20 кГц — специализированные аудиоцентры. К сожалению, автору не приходилось читать о проверке "слуха" у продавцов акустики и у людей эксплуатирующих ее, в том числе у энтузиастов высококачественного звучания. Однако при наличии некоторых несложных навыков радиолюбители могут проверить свой "слух", используя высококачественные головные телефоны, которые подключают к звуковому генератору, сохраняющему постоянство амплитуды выходного напряжения при перестройке частоты.

На протяжении уже многих лет на выставках бытовой электроники приходиться видеть множество двух-трехполосных акустических излучателей, имеющих ортогональные формы с глухой задней стенкой. Заключить звуковую головку в прямоугольный бокс впервые предложили изобретатели динамического громкоговорителя американцы Ч. Райс (Chester W. Rice) и Э. Келлод (Edward W. Kellod). Идея была реализована в 1925 г. Внутри первого лабораторного образца, как и многие годы потом, динамическую головку поместили на передней стенке ящика так, что она возвышалась над встроенным радиоприемником. Задняя стенка ящика была перфорирована множеством отверстий. Благодаря дифракции фронтальные звуковые волны огибали конструкцию и встречались с противоположными по фазе волнами, излучаемыми назад


Рис. 10

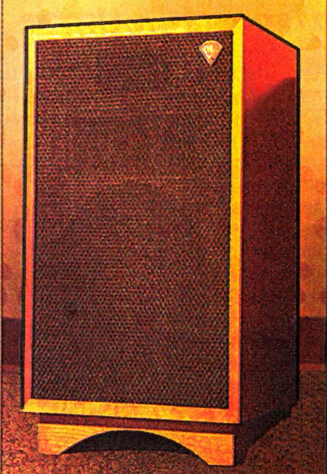


Рис. 11

ВИДЕОТЕХНИКА
тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

и 2000 Гц; импеданс — 4 Ом; чувствительность — 89 дБ; габариты — 128×49×14 см; масса одной ЗК — 63,1 кг.

Компания MARTIN LOGAN (ML) специализируется на производстве электростатических СЧ и ВЧ излучателей (ЭСИ), совмещенных с активным НЧ блоком. Выпускаемые панели ЭСИ монтируют на прочных алюминиевых рамах. Излучатели характеризуются высококачественным воспроизведением. В модели VANTAGE, изображенной на **рис. 10**, встроенный усилитель НЧ полосы мощностью 200 Вт рассчитан на интервал до 400 Гц, нагружен динамической головкой с алюминиевым диффузором диаметром 20,3 см, помещенной в корпус с фазоинвертором. Усилитель допускает регулировку громкости в пределах ±10 дБ.

Остальные общие технические характеристики: частотный интервал — 34...23000 Гц; неравномерность АЧХ — ±3 дБ; импеданс — 4 Ом; чувствительность — 92 дБ; габариты — 145×27×41 см; масса — 24 кг (одного ЭСИ).

Модель VISTA разработки этой же компании в основном отличается отсутствием экспандера в усилителе ЗЧ и потому стоит дешевле. Гибридное изделие SUMMIT по габаритам немного превышает собратьев. Для НЧ интервала модель содержит усилитель, нагруженный на две головки, размещенные в ЗК.

Фирма KLIPSH, специализирующаяся на разработках и производстве рупорной акустики, много лет выпускает трехполосные ЗК модели HERESY-2, признанные любителями стереофонического воспроизведения музыкальных сочинений как одни из лучших серийно выпускаемых. В изделии рупорные излучатели охватывают СЧ и ВЧ интервалы АЧХ. НЧ интервал обслуживает мощная электродинамическая головка диаметром 30,5 см, работающая в закрытом боксе.

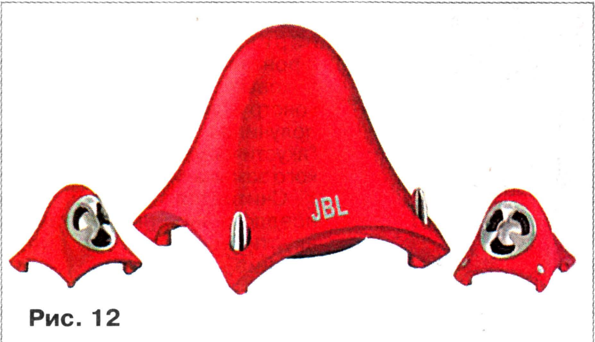


Рис. 12

В прошлом году производство этой ЗК (и ряда других моделей) было передано в Китай. Модель стали именовать как HERESY-3. Она представлена на **рис. 11**. От предшественницы эта ЗК отличается незначительно — на задней стенке бокса смонтированы две пары соединителей, при надобности позволяющие СЧ, ВЧ и НЧ головки подключать к отдельным усилителям. К днищу бокса прикреплена подставка, которая при напольной установке позволяет наклонять переднюю панель ЗК в направлении слушателей.

Другие основные технические характеристики: частотный интервал — 63...20000 Гц; импеданс — 8 Ом; чувствительность — 97 дБ; мощность — 100 Вт; габариты — 54×39×34 см; масса — 16,8 кг (одна ЗК).

Компания JBL представила на выставке оригинальный по дизайну недорогой активный комплект CREATIVE-2, показанный на **рис. 12**. Предназначен он в основном для звукового сопровождения компьютерных игр. Разработчики считают, что "тарелочно-космическая" грибовидная форма излучателей предотвращает стоячие волны. Общий усилитель ЗЧ, органы регулировки и коммутации смонтированы внутри и снаружи соответственно пластикового корпуса сабвуфера. Диффузор НЧ динамической головки диаметром 10 см и отверстие фазоинвертора в сабвуфере направлены вниз. В боковые ЗК (сателлиты) помещено по одной головке. В комплект входит отдельный блок питания.

Общие основные технические характеристики: частотный интервал — 50...20000 Гц при разделении полос на частоте 180 Гц; чувствительность — 400 мВ; мощность сабвуфера — 24 Вт, у сателлитов — по 8 Вт; отношение сигнал/шум — более 80 дБ. Габариты сабвуфера — 229×229×229 мм, сателлитов — 76×76×76 мм. Предусмотрена декоративная подсветка сателлитов и магнитная экранировка у всех компонентов.

Редактор — А. Михайлов

Цифровые демодуляторы фирмы MICRONAS для входного блока цифроаналогового телевизора

COFDM — демодулятор DRX8872C

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

Микросхема DRX8872C — это интегральный демодулятор цифровых сигналов стандарта ETS300744 и ускоренный корректор ошибок (FEC) в принимаемом сигнале для телевизоров системы DVB-T. Входным сигналом микросхемы может быть первая или вторая ПЧ сигнала COFDM. Входной сигнал дискретизируется в высококачественном десятиразрядном АЦП. Встроенный микропроцессор обеспечивает детектирование параметров сигнала COFDM и автоматическую конфигурацию цепей обработки. В сигнале корректируются ошибки, и на выход поступает транспортный поток MPEG2. Он может быть последовательным или параллельным.

Демодулятор предназначен для применения в телевизорах высокой четкости (IDTV), цифровых телевизионных приставках ("сет-топ-боксах") и в телевизионных модулях для компьютеров.

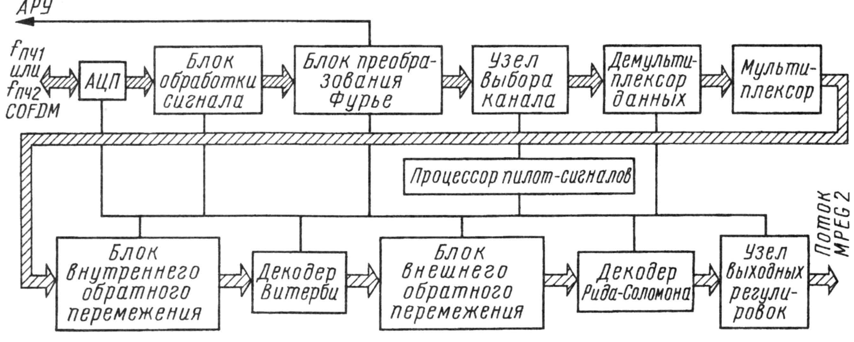


Рис. 1

Структурная схема процессора представлена на **рис. 1**.

Процессор обеспечивает хорошую работу при наличии эхо-сигналов, шумов и смежных каналов. В нем применена гибкая концепция "микрокодированных" алгоритмов. Определяет тип канала (эхо, совмещенный канал, гауссовы шумы и т. д.), для чего используется функция классификации канала. Микросхема не требует образцовых напряжений. Процессор обеспечивает быструю синхронизацию после включения канала (менее 70 мс). Обрабатывает каналы с полосой пропускания 6, 7 и 8 МГц при использовании только одного кварцевого резонатора. Работает во всех режимах системы DVB-T, включая иерархическую модуляцию. В про-

Таблица 1

Номер вывода	Обозначение	Назначение, уровень сигнала, пояснение
1,28,36,41,61,76	VDDL	Напряжение питания цифрового ядра
2,3,5,23,29,31—34, 37,46,51,57,63—68, 70,74,77,80	VSS	Цифровой общий провод
4	ASEL	Выбор адреса интерфейса последовательного сигнала
6	AGC	Выход АРУ
7,11,15,18,19	VSSA	Аналоговый общий провод
8	VREF	Образцовое напряжение устройства смещения
9	INM	Симметричный вход ПЧ
10	INP	
12,14	VDDA	Напряжение питания аналоговых узлов
13	VRM	Внешний конденсатор
16	VRH	Верхнее образцовое напряжение
17	VRL	Нижнее образцовое напряжение
20,30,42,50, 58,69,72	VDDH	Напряжение питания цифровых узлов
21	SCL	Тактовый сигнал последовательной шины
22	SDA	Сигнал данных последовательной шины
24	TCK	Тестовый тактовый сигнал JTAG
25	TDI	Тестовый вход данных JTAG
26	TMS	Выбор тестового режима JTAG
27	TDO	Выход тестовых данных JTAG
35	IRQN	Прерывание, низкий активный уровень
38	SCL2	Тактовый сигнал второй последовательной шины
39	MERR	Флаг пакетной ошибки MPEG
40	MSTRT	Стартовый флаг кадра
43	MVAL	Действительный сигнал данных MPEG2
44	MCLK	Тактовый сигнал MPEG2
45,47—49,52—54	MD_7—MD_1	Выход данных MPEG2
55	MD_0	Выход данных MPEG2 или выход последовательных данных MPEG
56	OFDM_LCK	Сигнал индикации действительного сигнала OFDM
59	FEC_LCK	Сигнал, индицирующий закрывание FEC
60	NC	Вывод не используется
62	I2C2_EN	Вторичный последовательный интерфейс
71	XO	Выход кварцевого генератора
73	XI	Вход кварцевого генератора
75	XPD	Режим низкой мощности, генератор активен
78	IREFSEL	Выбор образцового напряжения, высокий активный уровень
79	RST	Сигнал сброса, низкий активный уровень

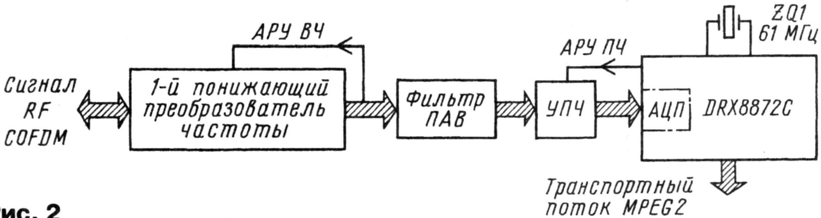


Рис. 2

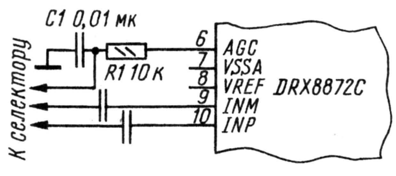


Рис. 3

цессоре применена цифровая АПЧ. Управление демодулятором происходит через последовательную шину I²C. Корпус — PTQFP с 80-ю выводами. Рабочий интервал температур — 0 °C...+70 °C.

Назначение выводов демодулятора указано в **табл. 1**.

Структурная схема типового блока "фронт-энд" DVB-T с использованием процессора DRX8872C на первой ПЧ показана на **рис. 2**. Селектор каналов преобразует сигнал COFDM в первую ПЧ, равную примерно 36 МГц, которая затем проходит фильтр ПАВ. После фильтра включен усилитель ПЧ с дифференциальными входом и выходом.

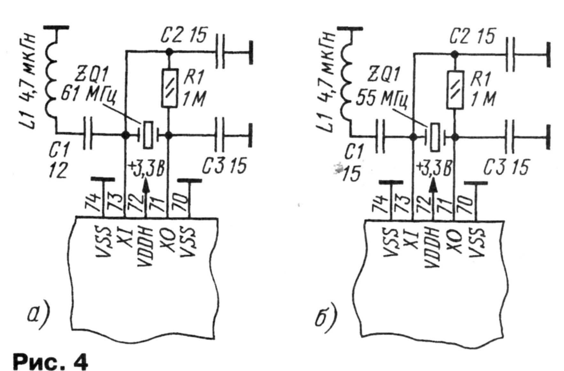


Рис. 4

Входным сигналом демодулятора может быть как первая, так и вторая ПЧ с полосой 6, 7 и 8 МГц. Для оптимизации помехоустойчивости вход выполнен дифференциальным. Необходимые для АЦП образцовые напряжения формируются внутри процессора. Для обеспечения фильтрации эти напряжения поданы на выводы микросхемы.

Процессор DRX8872C формирует управляющее напряжение АРУ для усилителя ПЧ в селекторе каналов. Оно получается при использовании широтно-импульсной модуляции, причем могут быть получены 256 уровней. Максимальный уровень соответствует уровням 1 во всех разрядах формирующего регистра, минимальный — уровням 0 в них. К выходу усилителя АРУ процессора подключен ФНЧ, который фильтрует сигнал управления, обеспечивая стабильный аналоговый сигнал. Подключение фильтра иллюстрирует **рис. 3**. Полоса пропускания фильтра должна быть относительно малой, чтобы минимизировать пульсации в сигнале управления. Внешние узлы АРУ имеют малую "скорость" по сравнению с быстрым внутренним устройством АРУ. Рекомендуемая полоса фильтра — порядка 1 кГц. Для селектора каналов необходимо напряжение управления от 0 до 3,3 В. Для получения большего напряжения управления следует применить буферный каскад.

Генератор в процессоре DRX8872C работает с одним кварцевым резонатором. Импульсы, вырабатываемые им, служат тактовыми для АЦП. В микросхеме DRX8872C могут быть получены две тактовые частоты. Когда дискретизируют первую ПЧ, нужно использовать кварц на частоту 61 МГц. Для второй ПЧ выбирают кварц на частоту 55 МГц. Схемы их включения изображены на **рис. 4**. Первую ПЧ подавляют, для чего применяют LC-фильтр.

АЦП процессора имеет ограниченную полосу пропускания, поэтому спектр сигнала ПЧ необходимо переместить в область частот менее 10 МГц. В России принято использовать преобразованный сигнал ПЧ с центральной частотой 7,225 МГц.

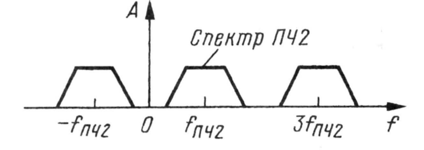


Рис. 5

Известны два способа понижающего преобразования частоты спектра сигнала ПЧ. Первый способ преобразования ПЧ — гетеродинирование. При стандартной средней частоте ПЧ 35,25 МГц частота гетеродина должна быть равна 35,25 + 7,225 = 42,475 МГц.

Второй способ — так называемая субдискретизация. При этом тактовую частоту выбирают равной разности первой и второй ПЧ. Для российского стандарта: $f_{такт} = f_{пч1} - f_{пч2} = 35{,}25 - 7{,}225 = 28{,}025$ МГц. В результате такого преобразования получается множество спектров ПЧ2, наподобие гармоник, с центральными частотами $-f_{пч2}$, $f_{пч2}$, $3f_{пч2}$, $5f_{пч2}$ и т. д., как это показано на **рис. 5**. Цифровой полосовой фильтр в демодуляторе выделяет требуемый спектр с центральной частотой 7,225 МГц.

Для индикации включения узлов процессора применяют два светодиода, подсоединенных по схеме на **рис. 6**. В режиме выбора фильтра ПАВ индикаторы показывают, какую полосу имеет входной сигнал: 6, 7 или 8 МГц. Эти выводы можно также использовать непосредственно для переключения фильтров ПАВ в селекторе.

Микросхема DRX8872C управляется по последовательному протоколу и работает в режиме ведомой. При записи данных сначала после старта идет адрес процессора, затем — адрес регистра (два байта) и данные, которые необходимо записать. В режиме чтения повторяется старт, затем определяется адрес внутреннего регистра, после чего данные считываются.

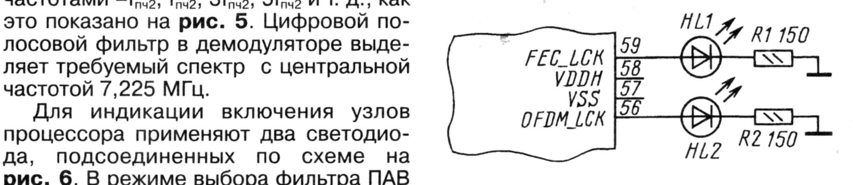


Рис. 6

Процессор DRX8872C имеет выход параллельного или последовательного транспортного потока. Система управления процессором контролирует тактовые сигналы MPEG2 для того, чтобы свести к минимуму помехи в промежутках между пакетами. Функция SP7_TS управления процессором может быть использована для перевода выводов MPEG в режим трех состояний. Это необходимо в многостандартных приставках SET-TOP-BOX, в которых спутниковый и наземный блоки "фронт-энд" соединены через общий интерфейс, причем внешний мультиплексор не требуется.

Схема включения демодулятора DRX8872C и напряжения питания представлены на **рис. 7**. На нем показано соединение процессора с селектором каналов DTT7592 фирмы THOMSON. Селектор содержит фильтр ПАВ, цепи АРУ ВЧ и АРУ ПЧ. Цепь АРУ ВЧ управляется продетектированным сигналом с выхода смесителя. Сигнал присутствует также на контакте 4 селектора и может быть использован для оценки размаха ВЧ сигнала. В нашем случае эта функция не задействована.

Цепь АРУ ПЧ управляет усилителем, включенным на выходе фильтра ПАВ в селекторе. Сигнал управления усилителем снимается с вывода 6 процессора DRX8872C и через два ФНЧ (R14C1M и R15R16) поступает на контакт 11 селектора. Конденсатор второго ФНЧ находится внутри селектора.

На выводы 21 и 22 процессора приходят сигналы SCL и SDA шины I^2C. Внутри микросхемы формируется сигнал SCL2, который через вывод 38 проходит на контакт 6 селектора. Сигнал SDA2 получается из SDA, для чего служит внешний полевой транзистор Q10. Сигнал поступает на контакт 7 селектора.

Контакт 8 селектора обеспечивает выбор адреса селектора. Перемычка JP10 позволяет получить три значения адреса: при соединении с общим проводом, при подаче напряжения +5 В и при отсутствии соединения.

Сигнал первой ПЧ снимают с контактов 12 и 13 селектора (симметричный выход) и через конденсаторы C1U и C1T подают на выводы 9 и 10 процессора. К выводам 71 и 73 микросхемы подключен кварцевый резонатор на частоту 61 МГц (дискретизируется первая ПЧ). Последовательный контур L11C1Q обеспечивает режекцию несущей частоты.

К выводам процессора, к которым подведены напряжения питания 2,5 (выводы 1, 12, 14, 28, 36, 41, 61, 76) и 3,3 В (выводы 20, 30, 42, 50, 58, 69 и 72), подключены развязывающие конденсаторы емкостью 0,1 мкФ, не показанные на рисунке.

Выходная шина параллельного транспортного потока подключена к выводам 55—52, 49—47, 45 процессора. Тактовый сигнал MPEG2 (MCLK) снимают с вывода 44, действительный (valid) сигнал данных MPEG2 — с вывода 43, сигнал кадрового стартового флага (MSTRT) — с вывода 40.

Светодиоды D10 и D11 служат для индикации значения полосы пропускания фильтра ПАВ в селекторе.

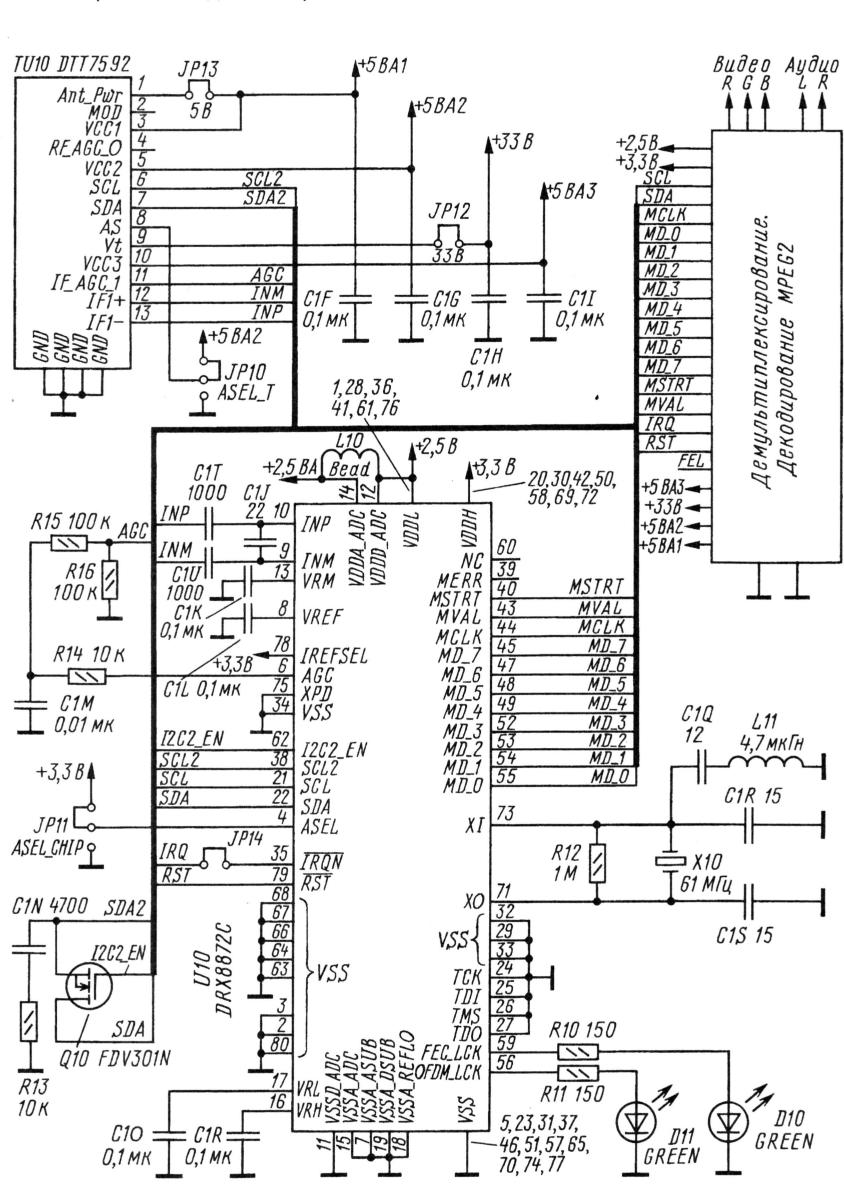


Рис. 7

(Окончание следует)

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 208-83-05

Включаем современный телевизор: что происходит в системе управления

Последовательность и логика работы микропроцессорного устройства управления

А. ПЕСКИН, г. Москва

В публикуемой статье автором рассмотрена последовательность функционирования микропроцессорного устройства управления телевизора (в том числе при включении аппарата), а также логические связи между составляющими этого устройства. Надеемся, это поможет радиолюбителям и мастерам с бо́льшим знанием дела ремонтировать телевизоры.

В технической литературе [1] довольно подробно описан ряд процессов, происходящих в современном устройстве управления телевизорами. Однако основное внимание там уделено регулировке параметров. Описание же его "текущей" работы, особенно после включения телевизора, а также связи между регулировками и этой работой отсутствуют. Рассмотрим эти вопросы.

С целью простоты изложения не будем прибегать к излишним подробностям, например, описанию дополнительных функций телевизора, таких как его работа в режиме AV, повышение качества изображения, стереозвук и т. п. Также будем считать, что при включении телевизора все необходимые напряжения поступают на его узлы и блоки от источника питания.

Одной из задач (и первостепенной) устройства управления следует назвать формирование всех необходимых управляющих напряжений для включения программы: переключения поддиапазонов и настройки для селектора каналов (тюнера); установки уровней яркости, контрастности и насыщенности для видеопроцессора и установки уровня громкости для аудиопроцессора или усилителя ЗЧ (УЗЧ).

Для наглядности описания вспомним сначала устройство управления массовых телевизоров (ЗУСЦТ и т. п.) 80-х годов прошлого века, в которых управление обеспечивалось многостабильным триггером и предварительно отрегулированными подстроечными резисторами. Упрощенная обобщенная функциональная схема устройства показана на **рис. 1**. На схеме позиционные номера указаны условно и не относятся к какой-нибудь конкретной модели телевизора.

Многостабильный триггер работает так, что после включения телевизор автоматически принимает программу состояния 1. При этом в нашем случае настройка тюнера зависит от положения (I-III) перемычки S1, т. е. включен поддиапазон МВ3, и положения движка резистора R1, т. е. напряжения настройки U1. Следует иметь в виду, что поддиапазон МВ3 и напряжение U1 были установлены при предыдущем включении телевизора с целью его настройки на определенную телевизионную программу, произвольно выбранную пользователем. В зависимости от положения перемычек S1—S6 и движков резисторов R1—R6 он может выбрать любую из имеющихся программ, нажав на соответствующую кнопку SB1—SB6. Например, нажатием на кнопку SB4 выбирают поддиапазон тюнера МВ1, а его настройка в этом поддиапазоне определяется уровнем напряжения U4.

Рис. 1

Упомянутые кнопки не имеют фиксации и после каждого нажатия возвращаются в выключенное положение. Однако соответствующий сектор триггера остается в состоянии, в которое его установило нажатие на соответствующую кнопку. Такое состояние сохраняется до нажатия на другую кнопку или до выключения телевизора.

Необходимо напомнить, что состояние 1 триггера имеет приоритет, т. е. устанавливается при включении телевизора. В остальном же все состояния 1—6 триггера равноправны и на любое из них может быть настроен любой телевизионный канал, который принимает тюнер телевизора. Очевидно, что положения перемычек S1—S6 и переменных резисторов R1—R10 не меняются при включении и выключении телевизора, в то время как многостабильный триггер при каждом включении аппарата принимает состояние 1.

Если теперь перейти к рассмотрению системы микропроцессорного управления, то можно заметить следующую аналогию органов и устройств. Кнопки SB1—SB6 — это клавиатура местного управления (КМУ); многостабильный триггер — оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), а перемычки S1—S6 и переменные резисторы R1—R10 — электрически стираемое постоянное запоминающее устройство (ЭСПЗУ).

Следует также отметить, что начальное состояние триггера рассмотренного выше устройства управления не имеет существенного значения, так как даже при случайной начальной установке триггера в одно из состояний пользователь легко может переключить телевизор на любую другую необходимую ему программу. В случае же микропроцессорного устройства, представляющего собой более сложную цифровую технику, можно убедиться, что его начальное состояние не может быть произвольным, иначе телевизор перестанет нормально функционировать.

Структурная схема микропроцессорного устройства управления представлена на **рис. 2**. Оно содержит центральный процессор ("ядро"), устройство начальной установки RESET, постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), ОЗУ, ЭСПЗУ; цифроаналоговый преобразователь (ЦАП или дешифратор), устанавливающий напряжение настройки тюнера; ЦАП, устанавливающий поддиапазон тюнера; ЦАП, устанавливающий уровни яркости, контрастности, насыщенности и громкости; устройство ввода внешних команд (с КМУ или фотоприемника сигналов, подаваемых с пульта дистанционного управления — ПДУ); цифровую шину управления, состоящую из внутренней и внешней частей (шин). В нашем примере через соответствующие интерфейсы одна внешняя шина подключает к внутренней шине ЭСПЗУ, а другая — устройство ввода внешних команд.

тел. 208-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

После включения телевизора питающие напряжения поступают на его узлы, что сопровождается автоматической подачей сигнала RESET на центральный процессор через его отдельный вход. Обычно этот сигнал представляет собой перепад напряжения от низкого (нулевого) уровня к высокому (равному напряжению питания процессора управления), задержанный относительно момента поступления напряжения питания на некоторое вполне определенное время (несколько миллисекунд), характерное для каждого процессора управления.

По этому сигналу центральный процессор устанавливает в исходное состояние все свои регистры и все регистры ОЗУ (т. е. "обнуляет" их), после чего начинает работать с первого такта. Программа работы процессора определена ПЗУ, которое программируют при производстве телевизора. В ПЗУ записаны в определенном порядке адреса регистров ЭСПЗУ.

В нашем случае условно будем считать следующую запись в ПЗУ:

001 — адрес регистров поддиапазона тюнера,

010 — адрес регистров напряжения настройки тюнера,

011 — адрес регистра уровня яркости,

100 — адрес регистра уровня контрастности,

101 — адрес регистра уровня насыщенности,

110 — адрес регистра уровня громкости.

Центральный процессор с первого такта после установки исходного состояния обращается к ПЗУ, из которого такт за тактом передается в центральный процессор адрес первого записанного в нем регистра, т. е. 001. В свою очередь центральный процессор пересылает его в ОЗУ. Как только этот адрес будет передан в первый регистр ОЗУ, срабатывает устройство сравнения адресов и по их совпадению из первого регистра ЭСПЗУ начинают такт за тактом передаваться в первый регистр ОЗУ цифровые данные выбранного перед последним выключением телевизора поддиапазона тюнера в соответствии со схемой на **рис. 3**. Обозначим для примера эти данные так:

00001 — поддиапазон МВ1,
00010 — поддиапазон МВ3,
00011 — поддиапазон ДМВ.

Затем из ПЗУ такт за тактом начинает передаваться адрес второго регистра, в нашем примере — 010 — адрес регистров напряжения настройки тюнера. По алгоритму, рассмотренному выше, в ОЗУ пересылаются в цифровом виде данные, соответствующие выбранному перед последним выключением телевизора напряжению настройки. Также обозначим для примера эти данные так:

00000 — 0 В,
00001 — 1 В,
00010 — 2 В,
....
11111 — 31 В.

Аналогично из регистров ЭСПЗУ в регистры ОЗУ пересылаются цифровые данные, соответствующие уровням яркости (третий регистр), контрастности (четвертый регистр), насыщенности (пятый регистр) и громкости (шестой регистр), которые запомнило ЭСПЗУ при выключении аппарата.

Рис. 2

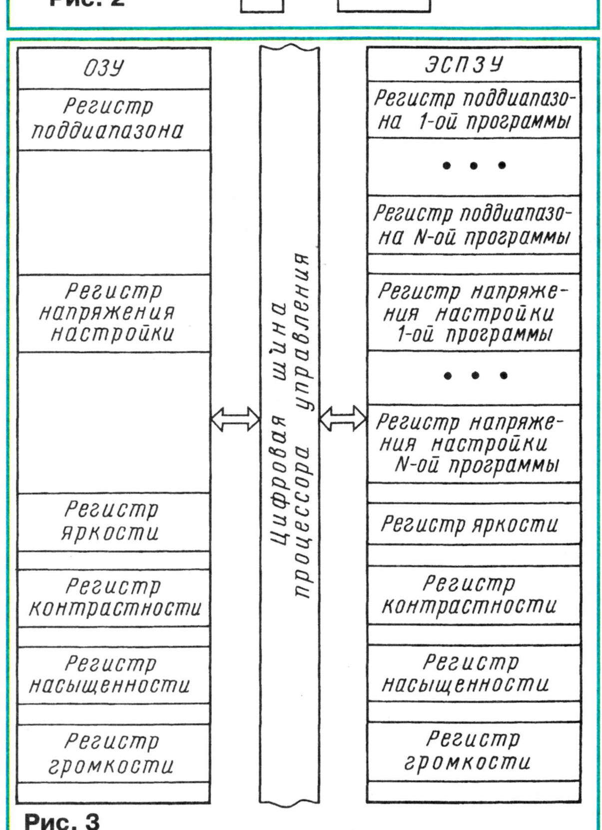


Рис. 3

После перезаписи данных центральный процессор подключает первый регистр ОЗУ к дешифратору, имеющему три выхода, каждый из которых подключен к соответствующему входу тюнера, что иллюстрирует **рис. 4**. В соответствии с кодами, указанными выше, активным выходом дешифратора будет один из МВ1, МВ3 и ДМВ.

Второй и последующие регистры ОЗУ подключаются к соответствующим ЦАП: второй регистр — к ЦАП, формирующему напряжение настройки и подключенному к необходимому входу тюнера; третий, четвертый и пятый регистры — к соответствующим ЦАП, подключенным к видеопроцессору. С этих ЦАП аналоговые значения напряжений обеспечивают получение запоминаемых уровней яркости, контрастности и насыщенности изображения. Наконец, ЦАП, подключенный к шестому регистру, формирует аналоговое напряжение уровня громкости звука, воспроизводимого усилителем ЗЧ.

Так обеспечивается работа телевизора с данными, которые запомнило ЭСПЗУ перед последним выключением телевизора. Загрузка ОЗУ и установка необходимых для работы телевизора напряжений на выходах ЦАП напоминает своеобразный переходный процесс, который продолжается несколько миллисекунд.

При желании пользователя по команде с ПДУ или КМУ центральный процессор записывает в регистрах ОЗУ новые цифровые данные, соответствующие новым значениям напряжений настройки тюнера и уровням яркости, контрастности, насыщенности и громкости. Эти напряжения немедленно поступают на входы тюнера, видеопроцессора и усилителя ЗЧ. После выключения телевизора новые данные пропадают, так как ОЗУ не обладает энергонезависимостью. При каждом последующем включении телевизора центральный процессор по цепи RESET снова "обнуляет" ОЗУ и начинает, как рассказано выше, загрузку из ЭСПЗУ.

Чтобы новые данные настройки тюнера не пропали, необходимо их переслать из ОЗУ в ЭСПЗУ и там запомнить. Это делает центральный процессор по особой команде сохранения, подаваемой пользователем с ПДУ или КМУ.

Для записи в ЭСПЗУ и дальнейшей передачи в ОЗУ данных о выбранных программах, на которые рассчитан телевизор, в них добавляется информация о номерах программ, поддиапазоне и напряжении настройки. Все они запоминаются и хранятся в ЭСПЗУ, а в ОЗУ передаются данные только одной программы, указанной в запросе пользователя или (при отсутствии запроса) последней, которая вызывалась пользова-

телем при предыдущем включении телевизора.

Адреса регистров поддиапазонов тюнера и напряжений настройки остаются такими же, какие указаны выше, но для отличия регистров различных программ в данные добавляются так называемые субадреса и "приоритетные" единицы, как и показано на **рис. 5**.

Для пересылки данных поддиапазона тюнера из ЭСПЗУ в ОЗУ сначала указывается адрес первого регистра ОЗУ 001, а затем субадрес, например, для 2-й программы — 10001. По адресу и субадресу из ЭСПЗУ в ОЗУ поступают

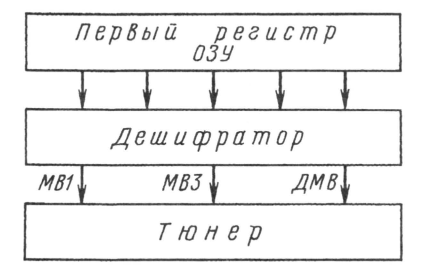


Рис. 4

соответствующие данные (в нашем примере — 00001, что соответствует поддиапазону МВ1). Аналогично перезаписываются данные и напряжения настройки: адрес 010, субадрес для 2-й программы 10001 регистра напряжения настройки и цифровой код 01000, что соответствует напряжению 8 В.

При запоминании программ по командам пользователя центральный процессор записывает в ОЗУ сначала

Регистры поддиапазонов

Прогр. 1	001 (Адрес)	00000 (Субадрес)	00010 (Поддиап. МВ3)
Прогр. 2	001	10001 (Приоритет)	00001 (Поддиап. МВ1)
...	...	...	...
Прогр. 16	001	01111	00011 (Поддиап. ДМВ)

Регистры напряжений настройки

Прогр. 1	010 (Адрес)	00000 (Субадрес)	00011 (3 В)
Прогр. 2	010	10001 (Приоритет)	01000 (8 В)
...	...	...	...
Прогр. 16	010	01111	00101 (5 В)

Рис. 5

данные одного выбранного телевизионного канала с присвоением ему номера программы (т. е. субадреса), а затем эти данные перезаписываются и запоминаются в ЭСПЗУ. По следующим командам пользователя центральный процессор записывает в ОЗУ данные другого выбранного канала с присвоением ему другого номера программы (первоначальные данные ОЗУ при этом теряются), после чего эти новые данные опять запоминаются в ЭСПЗУ.

Так происходит со всеми телевизионными каналами, которые записывает в ЭСПЗУ пользователь. После выключения телевизора данные, записанные в ОЗУ, теряются, а в ЭСПЗУ — сохраняются.

Как уже было указано, после включения телевизора в ОЗУ "загружаются" из ЭСПЗУ данные той программы, которая была включена перед последним выключением телевизора. Для обеспечения этого в субадресах регистров программ ЭСПЗУ предусмотрен еще один разряд, которому и присваивается "приоритетная" единица для двух регистров: поддиапазона и напряжения настройки, определяющих выбранную в этот момент программу. В примере на рис. 5 "приоритетные" единицы добавлены к адресам 2-й программы. Соответствующие регистры остальных программ имеют в этом разряде нули.

После выключения телевизора эта единица в каждом из двух регистров сохраняется, а при последующем включении аппарата регистры с записанными "приоритетными" единицами и будут определять прием этой телевизионной программы.

Если же затем пользователь выбирает другие программы (с ПДУ или КМУ), то центральный процессор выдает команду ЭСПЗУ на ввод "приоритетных" единиц в регистры выбранных программ. Данные этих регистров немедленно переписываются в ОЗУ, откуда автоматически направляются в исполнительные узлы для перестройки телевизора.

Упомянутая связь между процессором управления и ЭСПЗУ обычно происходит через цифровую шину I^2C, которая в общем виде подробно описана в [2, 3], а применительно к конкретному телевизору — в [4].

Заметим, что в некоторых ранних моделях зарубежных телевизоров ЭСПЗУ входила в состав процессора управления и никакой внешней шины не требовалось. В более поздних моделях внешнюю шину стали применять не только для связи процессора управления с ЭСПЗУ, но и для передачи в закодированном виде управляющих напряжений на регулируемые узлы. При этом в их состав стали входить соответствующие ЦАП.

Наконец, в современных "однокристальных" телевизорах (с процессором UOC) внешняя шина вновь стала связывать только процессор и ЭСПЗУ, но на этот раз по причине размещения процессора и регулируемых узлов в одной и той же микросхеме UOC.

Можно сказать, что различия микропроцессорных устройств управления в основном технологические, не влияющие по существу на последовательность и логику их работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградов В. А.** Микропроцессорное управление телевизорами. — С.-Пб.: Наука и техника, 2003.

2. Микросхемы для телевидения и видеотехники. Т. 2. — М.: Додэка, 1993.

3. **Коннов А., Пескин А.** Цифровая система управления I^2C. — Радио, 1996, № 10, с. 14, 15.

4. **Пескин А. Е., Коннов А. А.** Ремонт телевизоров TVT. — М.: Солон, 1997.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Мультимедийный усилитель для домашнего компьютера

А. ШАБАРОВ, г. Луганск, Украина

Усилитель, собранный из доступных, недорогих деталей и узлов, предназначен для компьютера, но может быть использован в составе домашней аудио- и видеосистемы. Имея вполне достаточную мощность — 2×22 Вт, он способен работать со встроенным ЧМ тюнером и автономно на АС.



Рис. 2

Идея собрать такой усилитель появилась сразу после покупки компьютера. Дешевые компьютерные колонки я исключил сразу как вариант, идеальный для офиса, но не для дома. Какое-то время в паре с компьютером в качестве УМЗЧ использовался усилитель магнитофона "Маяк", но его габариты и мощность оставляли желать лучшего. Поэтому было принято решение изготовить недорогой усилитель как можно меньших размеров, с выходной мощностью 20...30 Вт.

За два года эксплуатации усилитель пережил несколько переделок и в окончательном варианте (см. схему на **рис. 1**) состоит из коммутатора сигналов (A1), темброблока (A2), обеспечивающего регулировку относительного уровня низких и высоких частот, баланса и громкости, собственно УМЗЧ (A3), приемника диапазона УКВ ЧМ вещания (A4), блока задержки подключения громкоговорителей (защита от щелчка при включении) (A5), индикатора уровня входного сигнала (A6) на микросхеме AN6884 (показан только один канал), блока управления скоростью вращения вентилятора активного охлаждения (A7) и блока питания (A8). Узлы A9 и A10 — вынесенные на переднюю панель органы управления и настройки.

Этот вариант усилителя оказался самым лучшим. Внешний вид его показан на **рис. 2**, внутренний — на **рис. 3**. Обладая неплохим качеством звукоусиления, он весьма неприхотлив в эксплуатации и имеет небольшие габариты.

Измерить реальные характеристики усилителя автору не представилось возможности, поэтому ниже приведены основные паспортные характеристики на отдельные микросхемы и узлы:

TDA1524A

Диапазон регулирования громкости, дБ ....–80...+21,5
Диапазон регулирования низких частот, дБ ....–19...+17
Диапазон регулирования высоких частот, дБ ....±15
Коэффициент гармоник, % 0,3
Максимальный входной сигнал, В 2,5
Максимальный выходной сигнал, В 3
Напряжение питания, В (мин./ном./макс.) 7,5/12/16,5

Рис. 1

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

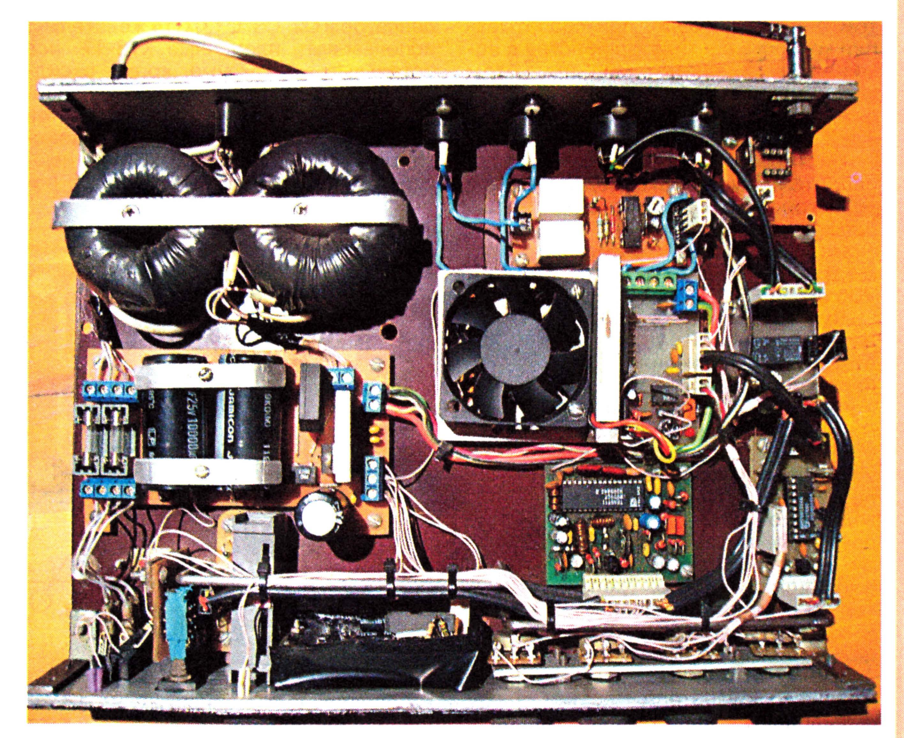


Рис. 3

TDA1555Q

Выходная мощность*, В . . .2×22 (4×11)
Выходной ток*, А 4
Рассеиваемая мощность*, Вт 60
Коэффициент гармоник* $К_г$, %,
при мощности 1 Вт 0,1
при мощности 17 Вт 0,5
при мощности 22 Вт 10
Напряжение питания, В
(мин./ном./макс.) 6,0/14,4/18

* *При напряжении питания 14,4 В, нагрузка — 4 Ом, сигнал — 1 кГц.*

AN6884

Выходной ток на один светодиод, мА 7
Напряжение питания, В (мин./макс.) .3,5/13

TEA5711 (в ЧМ тюнере)

Диапазон принимаемых частот, МГц . . . . .88...108
Чувствительность, мкВ . . . . .2...3
Полоса звуковых частот, Гц . .40...16000

Принципиальная схема

Первоначально коммутатор был выполнен на микросхемах К561КТ3, но они показали себя ненадежными в эксплуатации, поэтому было принято решение поставить реле. Подстроечные резисторы R1, R2 необходимы для выравнивания уровней сигнала приемника и компьютера, при желании их можно исключить.

Темброблок с регулятором громкости (с тонкомпенсацией) выполнен на микросхеме DA1 TDA1524A [1], включенной по типовой схеме. Конденсаторы C4, C5 определяют частоту среза фильтра НЧ для левого и правого каналов, C6 и C7 — частоту среза фильтра ВЧ; конденсаторы C8—C11 необходимы для уменьшения шорохов контактов переменных резисторов R10—R13, которые служат для регулировки низких и высоких частот, баланса и громкости.

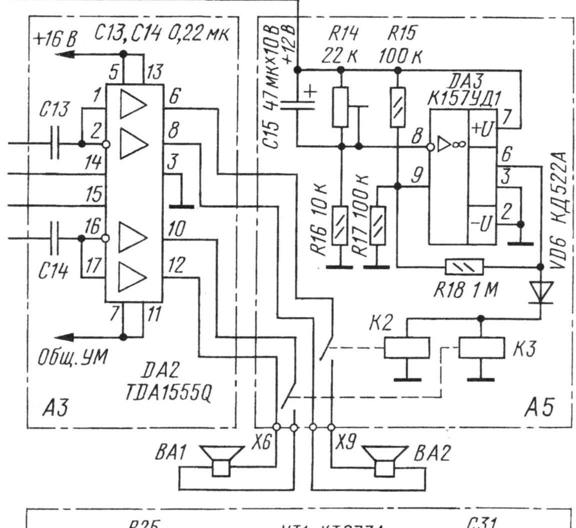
Усилитель мощности выполнен на микросхеме DA2 TDA1555Q [2], которая содержит четыре канала УМЗЧ. Ее можно использовать как в четырехканальном варианте включения (4×11 Вт), или, как в данном случае, в двухканальном мостовом режиме с удвоенной мощностью (2×22 Вт).

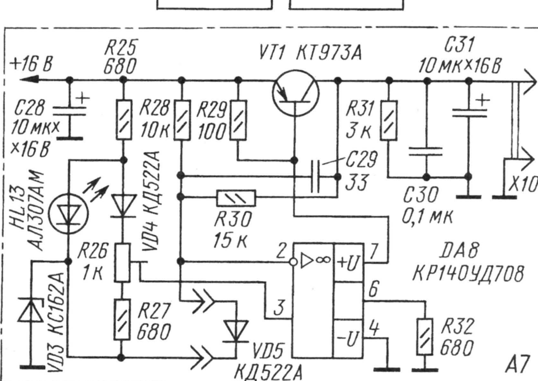
Тюнер "верхнего" диапазона ЧМ радиовещания, выполненный на микросхеме TEA5711, приобретен готовым в виде собранной и настроенной платы.

Необходимость в использовании задержки подключения громкоговорителей была вызвана присутствием щелчка на выходе усилителя в момент включения. За основу была взята схема термореле на К157УД1 [3], достоинством которой является простота и повторяемость. Принцип работы узла состоит в том, что при переходе из дежурного режима (Stand-by) в рабочий режим на выводе 8 DA3 присутствует полное напряжение питания, которое уменьшается в процессе зарядки конденсатора. При равенстве напряжений на выводах 8 и 9 DA3 компаратор переключится и сработают реле К2 и К3. Время задержки регулируется подстроечным резистором R14 (в верхнем по схеме положении движка задержка максимальна, в нижнем — минимальна), оно зависит и от номиналов элементов C15, R16.

Блок индикации выполнен на микросхеме AN6884, схему подключения и краткое описание которой можно найти в [4]. Назначение элементов: конденсатор C24 (C26) — разделительный, C25 (C27) задает постоянную времени индикации; резистор R20 (R23) — регулирование чувствительности, R19 (R22) — токоограничивающий, R21 (R24) задает постоянную времени обратного хода индикатора.

Схема узла управления скоростью вращения вентилятора от термодатчика была взята на одном из сайтов, посвященных доработке компьютеров [5]. Этот узел обеспечивает плавное регулирование скорости вращения вентилятора в усилителе и способен реально снизить шум вентилятора на 10...20 дБ. Первоначальным вариан-





тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

том было термореле, при срабатывании которого вентилятор работал с номинальными оборотами, при этом шум, создаваемый лопастями, был очень громким и перекрывал тихую музыку.

Настройка рабочего режима узла сводится к установке подстроечным резистором R26 выходного напряжения, подаваемого на вентилятор и равного примерно 6,5 В при температуре датчика VD5 около 35 °С.

Чувствительность термодатчика (скорость увеличения выходного напряжения с температурой) определяется, в частности, номиналом резистора R30 и составляет примерно 0,3 В на градус, т. е. при данной калибровке при температуре примерно 50...55 °С на выходе будет 12 В — полное напряжение питания вентилятора. Если температура будет повышаться и дальше, транзистор VT1 откроется полностью и на вентилятор будет поступать напряжение около 14,5 В с учетом падения напряжения на транзисторе. Перенапряжение в 2,5 В не опасно для вентилятора, однако этого допускать не следует, так как повышение температуры внутри усилителя негативно сказывается на стабильности работы приемника. В таком случае следует увеличить напряжение, подаваемое на вентилятор при той же температуре, или заранее предусмотреть установку вентилятора с большей производительностью.

Блок питания усилителя содержит два тороидальных трансформатора T1 и T2, включенных параллельно, и два диодных моста со своими сглаживающими конденсаторами для отдельного питания микросхемы DA2 и остальных компонентов усилителя.

Узлы A9 и A10 содержат элементы индикации и органы управления усилителем, они вынесены на переднюю панель. Светодиоды HL1, HL2 сигнализируют о включении усилителя и работе приемника в стереорежиме; переменный резистор R31 служит для настройки приемника на радиостанции. Кнопкой SB1 производится принудительное включение режима "Моно"; кнопка SB2 управляет реле коммутатора; при нажатии на SB3 усилитель переходит из режима Stand-by в рабочий режим. Резисторами R10—R13 регулируют уровни низких, высоких частот, баланса и громкости соответственно.

Детали и конструкция

С целью уменьшения размеров все детали усилителя выбраны малогабаритными. Конденсаторы C2, C3, C13, C14 желательно использовать пленочные K73-17, все остальные — обычные, кроме оксидных C16 и C17 — они импортные, имеющие минимальные габариты при большой емкости. Постоянные резисторы — МЛТ 0,125 или МЛТ 0,25, имеющие допуск 10 %, подстроечные резисторы — РП1-61в, РП1-63Мв или аналогичные. Диоды — обычные кремниевые общего назначения (серии КД521, КД522, 1N4148 и др.). ОУ КР140УД708 можно заменить на КР140УД608, транзистор КТ973А — на КТ814 или КТ816 с любым буквенным индексом, стабилитрон VD3 — любой из серии КС162 или КС168. Микросхему К157УД1 можно заменить обычным ОУ, дополненным эмиттерным повторителем на выходе. Светодиоды HL2—HL6, HL8—HL11 — зеленые, HL1, HL7 и HL12 — красные.

Кнопки SB1—SB3 — П2К с фиксацией. Обмотки всех реле рассчитаны на 12 В; реле K1 — маломощное и имеет две группы контактов на переключение; реле K2 и K3 — малогабаритные, но их контактные группы должны быть рассчитаны на ток до 5 А. Диодный мост VD1 рассчитан на ток 5 А, VD2 — на 1,5 А.

Габаритная мощность трансформаторов T1 и T2 примерно по 40 Вт, их вторичные обмотки рассчитаны на ток 2 А.

Микросхему TDA1524A можно заменить на LM1036, TDA1555Q — на TDA1557Q или TDA7374 либо на более высококачественную TDA7482, но для этого потребуется переделка блока питания; микросхема AN6884 заменима на KA2284 или LM1403, имеющие аналогичную цоколевку, но более мощные выходы, либо на LM3916.

Тюнер можно поставить любой, подходящий по размерам и стоимости. Телескопическая антенна приобретена на радиорынке, ее длина — 250...850 мм. Антенна для приемника крепится к задней панели через изоляционные шайбы.

Вентилятор — малогабаритный компьютерный, его размеры — 50×50×10 мм.

Если вопрос габаритов не принципиальный, то микросхему DA2 можно поставить на пассивный теплоотвод, тогда необходимость в блоке A7 и вентиляторе отпадет.

Все детали усилителя, кроме антенны, размещены в самодельном корпусе с наружными размерами 275×210×45 мм (Ш×Г×В). Трансформаторы и плата приемника помещены в экраны.

Все соединительные провода аудиотракта — экранированные, экранировать также необходимо провода, соединяющие резистор R31 с платой, а также желательно и сам резистор. Для всего остального был использован провод МГТФ, но в принципе

Рис. 4

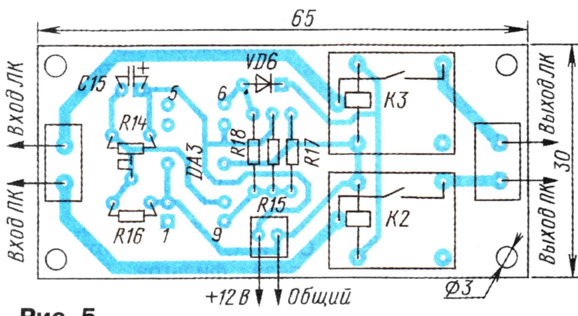


Рис. 5

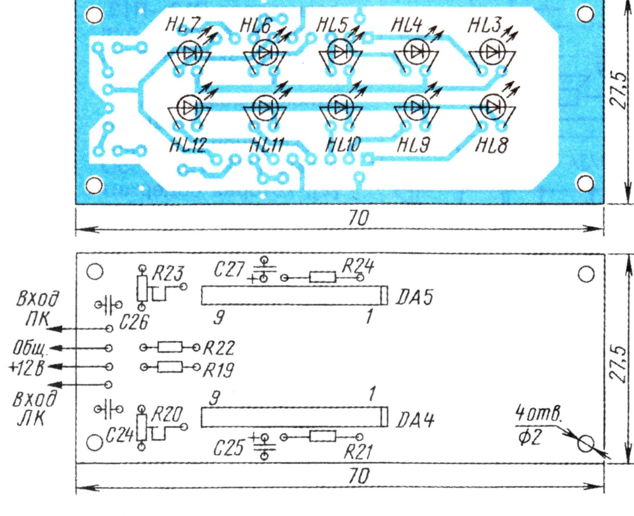


Рис. 6

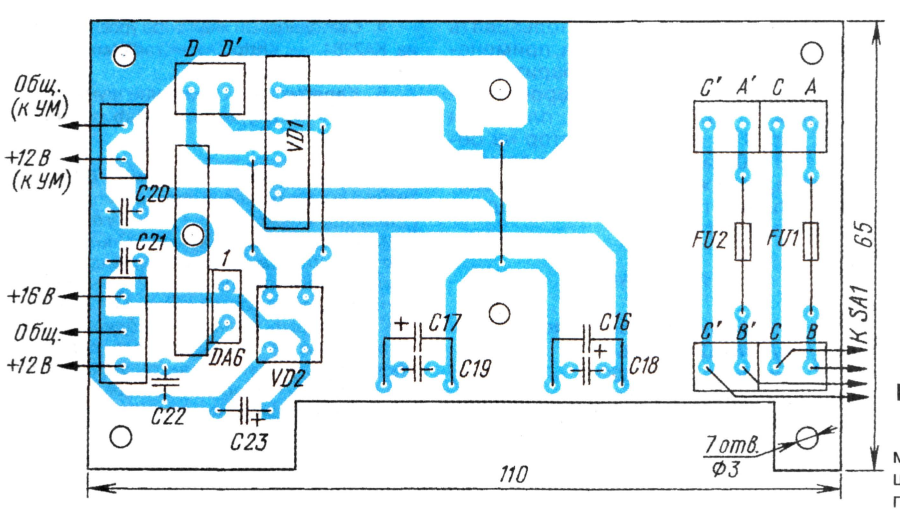


Рис. 7

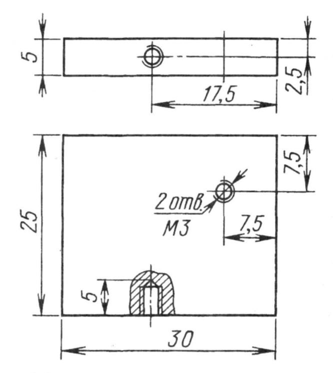


Рис. 11

можно использовать любой подходящий, имеющийся в наличии. Провода питания "+16 В" и "Общ. УМ" от блока

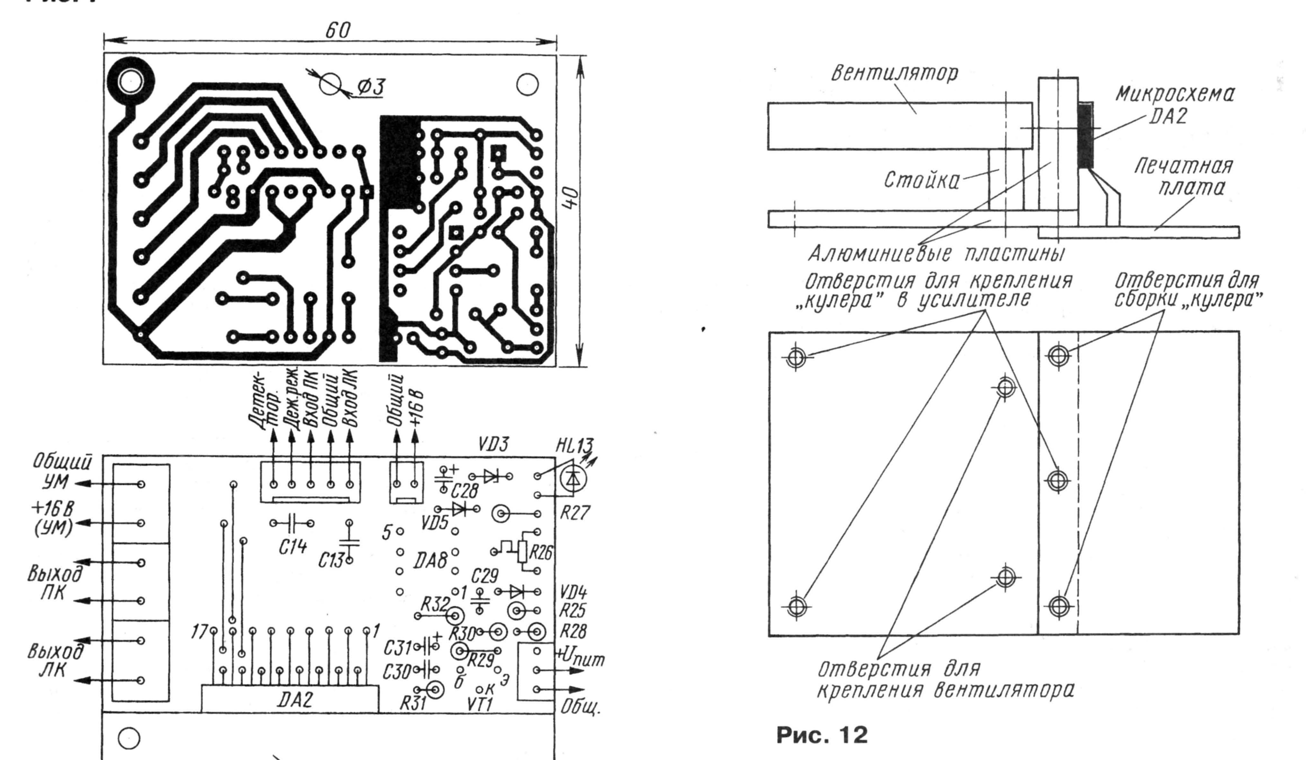


Рис. 8

Рис. 12

Рис. 9

Рис. 10

питания до платы УМЗЧ должны иметь сечение не менее 1,5 мм^2.

Печатные платы узлов А2, А5, А6, А8, а также совмещенных А3 и А7 показаны на **рис. 4—8** соответственно. Соединения между платами можно выполнить проводами с разъемными соединителями (они условно показаны на рисунках плат) или непосредственно пайкой монтажных проводов.

Блок индикации А6 закрепляют на передней панели, поэтому все элементы, кроме светодиодов, смонтированы со стороны печатных проводников. В передней панели перед светодиодами сделано прямоугольное отверстие, в котором установлен светофильтр из темно-зеленого оргстекла.

Теплоотвод для микросхемы DA2 УМЗЧ сделан из двух алюминиевых пластин, чертежи которых показаны на **рис. 9, 10**; чертеж теплоотвода для

DA6 показан на **рис. 11**. Печатная плата узлов А3 и А7 с пластинами теплоотвода и вентилятором в сборе показаны на **рис. 12**. По аналогии с компьютерной терминологией вентилятор с теплоотводом назовем "кулером".

Корпуса микросхем DA2 и DA6 должны быть соединены с минусом питания (GND), поэтому микросхема DA2 крепится к теплоотводу без теплопроводящей пасты и под винтами крепления теплоотводов к печатным платам и крепления DA6 к теплоотводу не должно быть изолирующих шайб. Из-за отсутствия теплопроводящей пасты для уменьшения переходного термосопротивления пластину теплоотвода (см. рис. 9) необходимо отполировать, по крайней мере, в месте установки DA2 или использовать электропроводную пасту.

Вентилятор можно использовать любой имеющийся, но для применения вентилятора других габаритов потребуется изменение размеров и крепежных отверстий пластины (см. рис. 10), если вентилятор не более 60×60 мм. Если его размеры больше, то нужно будет изменять размеры обеих пластин теплоотвода и печатной платы.

ЛИТЕРАТУРА

1. <**http://www.semiconductors.philips.com/pip/TDA1524A.html**>.

2. Даташит TDA1555Q. — <**http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/TDA1555Q_CNV_2.pdf**>.

3. **Нечаев И.** Автомат включения обдува. — Радио, 2001, № 4, с. 60.

4. Светодиодный индикатор уровня сигнала на КА2284. — <**http://www.radioland.net.ua/sxemaid-11.html**>.

5. **Карабута А.** О снижении шума вентиляторов. — <**http://www.terralab.ru/supply/5961/**>.

***От редакции**. Микросхема TDA1555Q имеет вывод 14, через который можно ввести задержку включения рабочего режима УМЗЧ посредством простой RC-цепи. Кроме того, тепловая мощность, выделяемая микросхемой при усилении музыкальных сигналов, оказывается около 4 Вт и реально может быть отведена ребристым или игольчатым теплоотводом без принудительной вентиляции. С учетом этих замечаний есть возможность существенно упростить схему и конструкцию усилителя.*

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Индикатор перегрузки громкоговорителя

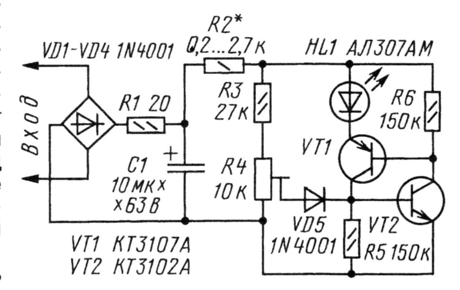
А. ВЕРХУШИН, г. Новосибирск

Опубликованные ранее в журнале устройства индикации перегрузки громкоговорителя [1, 2] имеют некоторые особенности и недостатки, которые учтены при разработке предлагаемого прибора.

На **рисунке** приведена схема индикатора. Он представляет собой пороговое устройство, подключаемое параллельно громкоговорителю. При превышении некоторого входного напряжения, значение которого устанавливают в процессе налаживания подстроечным резистором R4, вспыхивает светодиод HL1. Таким образом, если напряжение на динамической головке превысит уровень, соответствующий максимальной шумовой (паспортной) мощности, то в такт с пиками уровня начнет мигать светодиод HL1, свидетельствующий о том, что дальнейшее повышение громкости может вызвать порчу динамических головок АС.

Рассмотрим работу индикатора перегрузки подробнее. Переменное напряжение звуковой частоты поступает на вход устройства, где выпрямляется диодным мостом VD1—VD4, фильтруется цепью R1C1 и понижается на делителе из резисторов R2, R3, R4. Как только между движком и нижним по схеме выводом резистора R4 напряжение превысит 1,2 В, откроются диод VD5 и эмиттерный переход транзистора VT2, вследствие чего в его коллекторной цепи появится ток, открывающий и транзистор VT1. В итоге возникает лавинообразный процесс, аналогичный происходящему в тиристорной структуре, и ток транзистора VT1 зажигает светодиод HL1. Диод VD5 предотвращает протекание коллекторного тока VT1 через резистор R4.

Закрывание транзисторов VT1, VT2 и гашение светодиода HL1 произойдут, когда входное напряжение индикатора окажется ниже 4,2 В. Напряжение 4,2 В —это сумма падений напряжения на диодном мосте VD1—VD4 (около 1,2 В), светодиоде HL1 (2 В) и транзисторах VT1, VT2 (1 В). Из этого соотношения следует, что описываемое устройство может индицировать перегрузку лишь при входном напряжении не менее 6 В, что вполне достаточно: для динамической головки сопротивлением 4 Ом это соответствует пороговой мощности 2,5 Вт.



Резистор R2 ограничивает ток через светодиод HL1; его сопротивление, кОм, можно рассчитать по формуле

$R2 \approx [(P_{AC} \cdot 4R_{AC})^{1/2} - 4,2]/20$,

где P_{AC} — максимальная шумовая (паспортная) мощность громкоговорителя, Вт; R_{AC} — номинальное электрическое сопротивление, Ом. При превышении в четыре раза мощности, подводимой к АС, расчетный ток через светодиод HL1 не превысит опасной величины — 20 мА. Численно мощность резистора R2 в ваттах можно определить по формуле $P_{R2} = 0,4R2$, в которую подставляют сопротивление резистора в килоомах.

В описываемом устройстве в качестве диодов VD1—VD5 были использованы импортные 1N4001, но вместо них можно использовать и любые другие кремниевые, которые могли бы выдержать необходимые ток и напряжение; те же требования относятся и к транзисторам VT1, VT2 (их коэффициент передачи тока базы должен быть не менее 50). Светодиод HL1 может быть любой другой (например, синего цвета свечения), с допустимым прямым током не менее 20 мА.

Для установки требуемой чувствительности индикатора движок подстроечного резистора R4 необходимо перевести в нижнее (по схеме) положение, подать на вход устройства постоянное напряжение (при этом громкоговоритель должен быть отключен), равное критической амплитуде переменного напряжения, и медленным вращением движка резистора R4 добиться включения светодиода HL1. Расчет значения постоянного напряжения проводят по формуле $U_{max} = (P_{AC} \cdot R_{AC})^{1/2}$.

Конструктивно светодиод индикатора устанавливают на передней панели громкоговорителя так, чтобы была возможность визуального контроля перегрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Парфенов А.** Светодиодный индикатор мощности АС. — Радио, 1992, № 2, 3, с. 45, 46.

2. **Синьков Д.** Индикатор перегрузки громкоговорителей. — Радио, 1995, № 4, с. 18.

***От редакции**. Насколько такой индикатор перегрузки эффективен для двухполосного громкоговорителя? Ведь перегрузочная способность головок НЧ и ВЧ существенно различается как по мощности, так и по длительности перегрузки. Дополнение индикатора еще одним выпрямителем, подключенным к выходу фильтра ВЧ головки, и резисторным сумматором на подстроечном резисторе R4 позволит точнее отражать перегрузку менее мощной головки.*

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

УКВ тюнер для стереофонического аудиокомплекса

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

Автор статьи решил не довольствоваться прослушиванием стереофонических радиопрограмм в диапазоне FM (УКВ-2 согласно отечественному стандарту) с помощью импортного радиоприемника и встроил в свой стереофонический аудиокомплекс самодельный тюнер, описание которого и предлагается вниманию читателей.

Несколько лет назад была опубликована статья [1], в которой предложена, в частности, схема УКВ тюнера на микросхеме TDA7088T. Моя попытка изготовить его оказалась не вполне успешной — радиостанции принимались, но стереофонический сигнал получить не удалось.

Выяснилось, что микросхема TDA7088T предназначена для монофонических радиоприемников, о чем свидетельствуют ее технические данные. Например, чтобы повысить чувствительность и обеспечить работу системы автозахвата станций, полоса пропускания УПЧ микросхемы преднамеренно заужена. Он не пропускает модулированную стереоподнесущую. Эксперимент по расширению полосы пропускания УПЧ уменьшением емкости внешних конденсаторов к положительному результату не привел. От микросхемы TDA7088T пришлось отказаться и применить в тюнере специально предназначенную для приема стереосигналов в УКВ диапазоне микросхему TDA7021T [2], точнее, ее отечественную копию КР174ХА34 [3]. По структуре эти микросхемы схожи с TDA7088T, однако электронное сканирование диапазона и автозахват радиостанций в них не предусмотрены.

В разработанном тюнере микросхема КР174ХА34 включена по схеме, близкой к типовой, с учетом рекомендаций, изложенных в [4]. Применена бесподстроечная, с помощью переключателя, настройка на десять радиовещательных станций диапазона 87,5...108 МГц (по числу работавших в этом диапазоне в Воронеже на момент разработки тюнера). По мнению автора, это удобнее, чем каждый раз искать станцию, вращая ручку плавной настройки.

Схема тюнера изображена на **рис. 1**. Радиосигнал принимает наружная антенна WA1. Это устраняет, во-первых, свойственную приему на комнатную антенну нестабильность уровня сигнала и его искажения, вызванные многолучевым распространением радиоволн. Во-вторых, полностью исключено воздействие на антенну помех, создаваемых расположенным рядом с тюнером неэкранированным импульсным блоком питания.

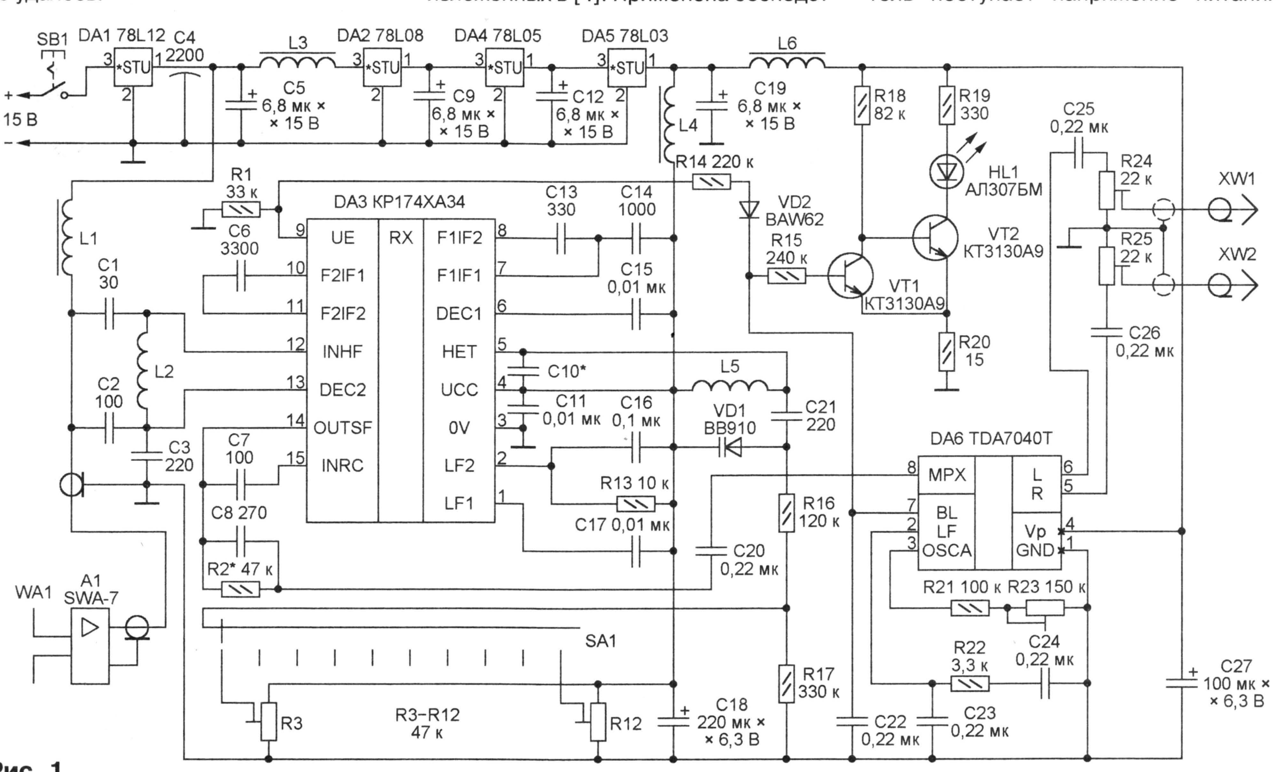


Рис. 1

Принятый сигнал усиливает антенный усилитель A1, в качестве которого без какой-либо переделки использован телевизионный антенный усилитель SWA-7. Его основные параметры и краткое описание можно найти в статье [5] или на интернет-сайте производителя [6]. Проверкой имеющегося усилителя на частоте 100 МГц подтверждены гарантированные изготовителем параметры: коэффициент усиления 30 дБ, коэффициент шума 1,7 дБ. В усилителе SWA-7 имеется хорошо видимый на **рис. 2** трансформатор, обеспечивающий согласование симметричного полуволнового вибратора с несимметричным входом собственно усилителя. Его нужно обязательно сохранить.

Для подключения выходного коаксиального кабеля на плате усилителя предусмотрены винтовые зажимы. При выборе этого кабеля (по нему же на усилитель поступает напряжение питания

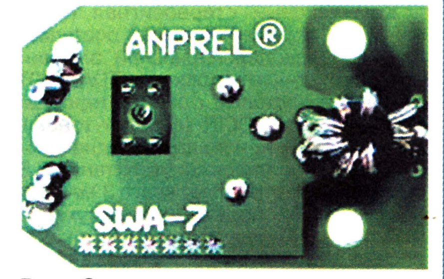


Рис. 2

12 В) следует отдать предпочтение имеющему многожильный центральный проводник, сплошную, а не пористую, полиэтиленовую изоляцию, а в качестве наружного проводника — плотную оплетку. Автор использовал пятиметровый отрезок кабеля RG58C/U (волновое сопро-

тел. 207-88-18 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

тивление — 50 Ом, наружный диаметр — 5 мм), но подойдет и 75-омный кабель.

Усиленный сигнал поступает на входной не перестраиваемый контур L2C1C2, зашунтированный внутри микросхемы DA3 двумя последовательно соединенными резисторами по 700 Ом. Этот контур ослабляет до приемлемого уровня сигналы мощных радиовещательных и телевизионных передатчиков, работающих за пределами указанного диапазона, а также сигналы расположенных поблизости базовых станций мобильной связи. Сравнительно низкая добротность контура обеспечивает бесподстроечную работу во всем диапазоне УКВ. Номиналы конденсаторов C1 и C2 выбраны так, чтобы обеспечить согласование кабеля с входом микросхемы DA3.

В точку соединения конденсаторов C1 и C2 с коаксиальным кабелем подано через дроссель L1 напряжение 12 В с выхода стабилизатора DA1. Дроссель устраняет шунтирование выхода усилителя A1 низким выходным сопротивлением стабилизатора и одновременно защищает от проникновения помех по цепи питания.

Кроме стабилизатора DA1, понижающего напряжение первичного источника питания до 12 В, тюнер содержит еще три интегральных стабилизатора DA2, DA4 и DA5. Они последовательно снижают напряжение до нужного для питания микросхем DA3 и DA6 значения 3 В. Такое решение облегчает тепловой режим стабилизаторов. И вторая причина, как показал эксперимент, — для стабильной настройки тюнера на станцию и ее удержания в процессе прослушивания одного стабилизатора явно недостаточно.

В каждом из положений переключателя SA1 тюнер настраивают на одну из радиостанций соответствующим подстроечным резистором (R3—R12), изменяющим напряжение, подаваемое на варикап VD1. В дальнейшем подстройка не требуется, достаточно перевести переключатель SA1 в нужное положение. Автором применен переключатель ПП10-1 (такие используют в радиоизмерительных приборах) на десять положений. Если фиксированных настроек требуется больше, число подстроечных резисторов увеличивают, применив переключатель на нужное число положений. Вполне возможно разработать и электронный блок переключателя программ.

Комплексный стереосигнал (КСС) с вывода 14 приемника DA3 поступает на стереодекодер. Основной элемент этого узла — микросхема TDA7040T (DA6) — представляет собой стереодекодер системы CCIR (с пилот-тоном), используемой при вещании в диапазоне УКВ-2. При напряжении питания 3 В микросхема потребляет всего 3 мА. Она обеспечивает переходное затухание между каналами не менее 40 дБ и нелинейные искажения 0,1...0,3 %. Другие ее параметры и функциональную схему можно найти в [7].

Микросхема выполнена в восьмивыводном корпусе для поверхностного монтажа. Она содержит ФНЧ четвертого порядка с частотой среза 70 кГц, управляемый напряжением генератор образцовой частоты 228 кГц, а также встроенный узел подавления интермодуляционных искажений. Сигналы частотой 114, 38 и 19 кГц с необходимыми для обработки КСС фазовыми сдвигами получены из образцового последовательным делением его частоты.

КСС поступает на вывод 8 микросхемы, а выходные НЧ сигналы правого и левого стереоканалов снимают соответственно с выводов 5 и 6. Сигнал с вывода 7 через усилитель тока на транзисторах VT1 и VT2 управляет светодиодом HL1. Светодиод включен, если уровень принимаемого сигнала достаточно велик (он контролируется по напряжению на выводе 9 приемника DA3) и декодер DA6 обнаружил в сигнале стереоподнесущую.

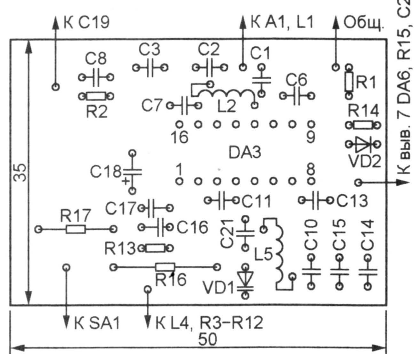
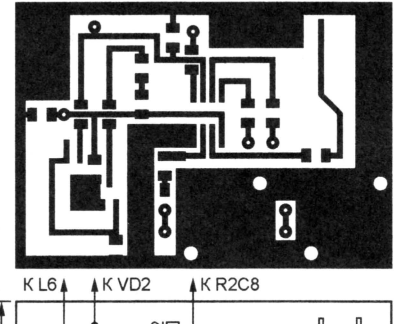


Рис. 3



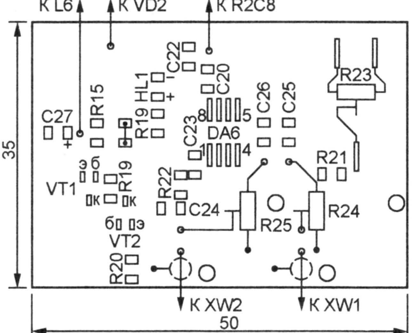


Рис. 4

Экранированными проводами с разъемами XW1 и XW2 выходные стереосигналы подают на темброблок или усилительно-коммутационное устройство стереофонического аудиокомплекса. Требуемый уровень этих сигналов устанавливают подстроечными резисторами R24 и R25.

Большинство деталей тюнера смонтированы на двух односторонних печатных платах из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,2...1,5 мм. Чертеж платы УКВ приемника показан на **рис. 3**. Конденсатор C10 устанавливают, если приемник необходимо настроить на радиовещательный диапазон УКВ-1 (66...74 МГц). Его емкость подбирают экспериментально. Придется увеличить и емкость конденсаторов C1 и C2. Учтите, что в диапазоне УКВ-1 применяют другую систему стереофонического вещания (с полярной модуляцией), поэтому потребуется и другой стереодекодер (например, двухстандартный на микросхеме КР174ХА51, схема которого имеется в [4]).

Стереодекодер рассматриваемого тюнера собран на печатной плате, изображенной на **рис. 4**. Его детали, большинство которых — для поверхностного монтажа, монтируют со стороны печатных проводников. Перемычку в цепи светодиода HL1 можно изготовить из отрезка провода, но лучше использовать специальную в виде чип-резистора с маркировкой "000", что означает 0 Ом.

В тюнере применены оксидные конденсаторы К53-1 (C5, C9, C12, C19) и импортные (C18 и C27). Все керамические конденсаторы с рабочим напряжением не менее 35 В.

Резисторы на плате приемника — МЛТ-0,125 или подобные. Хотя плата стереодекодера рассчитана на установку постоянных резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа, можно применить и обычные детали с укороченными выводами. Подстроечные резисторы R3—R12 — многооборотные СП5-15; R23 — СП3-38б; R24 и R25 — СП5-3 с гибкими выводами.

Вместо импортного варикапа BB910 может подойти отечественный КВ109А, но автор этого не проверял. А вот диод BAW62 с успехом можно заменить любым маломощным диодом, например КД521А. Транзисторы КТ3130А9 в корпусе для поверхностного монтажа аналогичны импортным BC846B или BC846C. Пригодны и маломощные n-p-n транзисторы в обычных корпусах, например, серии КТ3102, но перед пайкой их выводы придется соответствующим образом отформовать.

Импортным интегральным стабилизаторам указанных на схеме типов соответствуют отечественные серии КР1157 на такие же значения напряжения. Микросхему КР174ХА34 можно заменить ее прототипом TDA7021T, но последнюю, к сожалению, выпускают только в малогабаритном корпусе для поверхностного монтажа. Чтобы осуществить замену, придется переделать печатную плату или изготовить переходную панель. Это

несложно, так как номера выводов микросхем совпадают. Аналогов стереодекодера TDA7040T, к сожалению, нет. Имеются другие микросхемы такого же назначения, однако схемы их включения существенно различны и прямая замена невозможна.

Дроссели L1, L3, L4, L6 — ДМ-0,1 индуктивностью 100 мкГн. Катушка L2 — бескаркасная, намотана на оправке диаметром 3 мм и содержит 4,5 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,47 мм. Снятую с оправки катушку растягивают, придавая ее виткам шаг приблизительно 1 мм. Катушка L5 — 7,5 витка того же провода виток к витку, намотанных на такой же оправке.

На **рис. 5** — фотоснимок изготовленного тюнера в корпусе, спаянном из пластин фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. Размеры и конфигурация корпуса выбраны исходя из свободного пространства в стереофоническом аудиокомплексе, для установки в который предназначен тюнер. Верхняя (на снимке отсутствует) и нижняя крышки корпуса сделаны из фольгированного стеклотекстолита большей толщины и привинчены винтами М3 к припаянным к боковым стенкам уголкам размерами 80×10×10 мм из листовой латуни толщиной 1 мм. В верхней крышке имеются отверстия для светодиода HL1 и переключателя программ SA1. После окончательной сборки устройства на эту крышку наклеена напечатанная на принтере декоративная накладка с информацией о номерах программ, их принадлежности к рабочей частоте радиостанций. Фольга корпуса служит общим проводом всего тюнера. Дополнительные провода для этого не прокладывались.

Слева от переключателя на снимке виден отсек стереодекодера, под которым имеется отделенный горизонтальной перегородкой из фольгированного стеклотекстолита отсек приемника. Плата приемника расположена вертикально у центральной перегородки корпуса (стороной расположения элементов к ней), причем печатный проводник общего провода находится в глубине отсека, а проводник плюса питания — ближе к нижней крышке. Обе печатные платы закреплены в своих отсеках несколькими отрезками жесткого провода диаметром 0,8...1 мм, припаянными к печатному проводнику общего провода платы и к фольге на ближайшей стенке или перегородке.

Внутри отсека приемника на боковой стенке смонтированы интегральные стабилизаторы DA2, DA4, DA5 с конденсаторами C5, C9, C12, C19 и дросселями. Для их монтажа в фольге вырезаны несколько изолированных контактных площадок. Интегральный стабилизатор DA1 находится вне корпуса, вблизи проходного конденсатора C4. Крепежный фланец этого конденсатора припаян к фольге, покрывающей корпус.

Соединения между платами и с находящимся в отдельном отсеке переключателем SA1 ведут через отверстия, просверленные в перегородках корпуса до его сборки. Подстроечные резисторы R3—R12 сгруппированы по пять с каждой стороны корпуса переключателя, в их крепежные отверстия продет медный провод диаметром 1...1,2 мм, концы провода скручены, плотно прижимая резисторы к переключателю. В пластмассовых щечках наборной панели переключателя сделаны выемки для доступа к регулировочным винтам подстроечных резисторов.

В корпусе просверлены отверстия для ввода коаксиального кабеля от усилителя A1 и вывода экранированных проводов с разъемами XW1 и XW2. В отверстие для кабеля установлена латунная втулка с внутренним отверстием по диаметру внешнего проводника (оплетки) кабеля и с наружной резьбой. Кабель со снятой наружной изоляцией впаян во втулку, а она сама закреплена гайками в отверстии корпуса. Разъем здесь автор предпочел не использовать.

Если втулку нужного размера найти не удалось, оплетку кабеля можно припаять к фольге стенки корпуса снаружи и внутри. При пайке старайтесь не перегреть оплетку, чтобы не повредить внутреннюю изоляцию кабеля. Внутренний и внешний проводники введенного в отсек приемника кабеля припаяны к соответствующим контактным площадкам печатной платы.

Антенна WA1 — два отрезка алюминиевой трубы внешним диаметром 15 мм и длиной по 750 мм, подключенных непосредственно к входным зажимам усилителя WA1. Отрезки закреплены винтами с гайками на пластине размерами 600×200 мм из листового органического стекла толщиной 5 мм. Можно, конечно, использовать гетинакс или другой изоляционный материал. Такая конструкция антенны придает ей необходимую механическую жесткость и дает возможность закрепить ее на опоре или на стене здания.

Если антенна с усилителем установлены в лоджии или на балконе, где прямые атмосферные осадки исключены, достаточно защитить усилитель от пыли легким кожухом, сделанным, например, из мыльницы или велоаптечки. В противном случае усилитель помещают в герметичный корпус.

Приступая к налаживанию тюнера, прежде всего, проверяют качество его экранирования. Делают это с подключенным к входу основного блока коаксиальным кабелем, но без усилителя и антенны. Крышки корпуса должны быть установлены на место и плотно привинчены всеми, предусмотренными для этого, винтами. Если экранировка надежна, никаких сигналов при перестройке тюнера во всем диапазоне обнаружить не удастся. Иначе обратите внимание на качество пайки оплетки коаксиального кабеля. Паяные швы между деталями корпуса не должны иметь разрывов.

Присоединив к центральному проводнику на свободном конце кабеля метровый отрезок изолированного провода, на такую суррогатную антенну, даже расположенную внутри помещения, можно принять несколько наиболее мощных станций. Так как к центральному проводнику подведено напряжение 12 В для питания усилителя, проводя эксперименты, постарайтесь не замкнуть этот проводник и оплетку.

Убедившись в работоспособности тюнера, подключите к кабелю антенный усилитель и установите его вместе с антенной в предназначенном месте, ориентировав антенну так, чтобы радиостанции принимались без искажений.

На время предварительной настройки тюнера рекомендую между движком переключателя SA1 и выходом стабилизатора DA5 (цепью +3 В) подключить вольтметр с большим входным сопротивлением. Это даст возможность сэкономить много времени, идентифицируя станции не только на слух, но и по на-

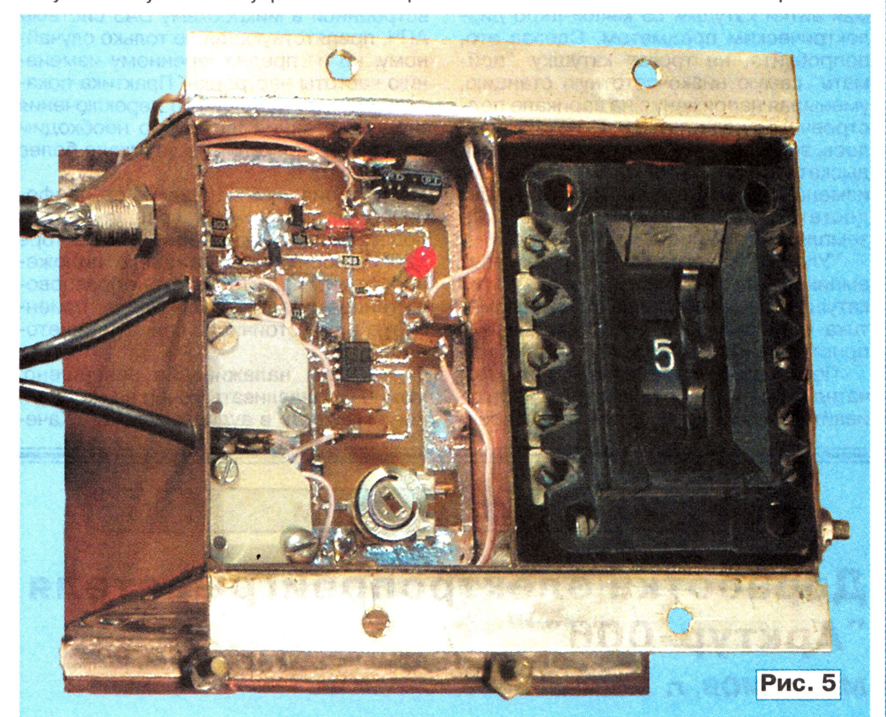


Рис. 5

пряжению настройки, подаваемому на варикап VD1. В моем экземпляре тюнера это напряжение при настройке на разные радиостанции находилось в интервале 1,464...2,247 В.

Если диапазон перестройки приемника оказался недостаточным для приема всех действующих в регионе радиостанций УКВ диапазона, установите напряжение на варикапе близким к максимальному (например, 2,95 В) и постарайтесь настроиться на самую высокочастотную из станций, сжимая и разжимая витки катушки L5 каким-либо диэлектрическим предметом. Сделав это, попробуйте, не трогая катушку, "поймать" самую низкочастотную станцию, уменьшая напряжение на варикапе подстроечным резистором. Если это удалось, все в порядке. Иначе придется подыскать варикап с большим интервалом изменения емкости. Зачастую бывает достаточно просто взять другой экземпляр того же типа.

"Уложив" диапазон перестройки приемника, полезно зафиксировать витки катушки L5 каплей силиконового герметика и лишь после его отвердевания приступать к окончательной настройке.

Поочередно устанавливая переключатель SA1 в каждое положение, настраивайтесь соответствующим подстроечным резистором на нужные радиостанции. Желательно предварительно составить список со значениями рабочей частоты их передатчиков (это нетрудно сделать, так как ведущие программ регулярно сообщают частоту). Распределите станции по позициям переключателя так, чтобы каждое переключение приводило к изменению частоты не менее чем на 0,4 МГц в ту или иную сторону. Переключение между станциями, слишком мало разнесенными по частоте, может оказаться невозможным из-за работы встроенной в микросхему DA3 системы АПЧ, препятствующей не только случайному, но и преднамеренному изменению частоты настройки. Практика показала, что для уверенного переключения с одной станции на другую необходим перепад напряжения на варикапе более 0,025...0,03 В.

Настроившись на одну из стереофонических программ и вращая движок подстроечного резистора R23 в секторе ±30° относительно среднего положения, отрегулируйте частоту образцового генератора стереодекодера, ориентируясь на устойчивое свечение светодиода HL1.

На этом налаживание завершено, можно устанавливать тюнер на отведенное ему место в аудиокомплексе. Качество принятых стереосигналов, по субъективным ощущениям, достаточно высокое, звуковая картина получается яркой и насыщенной. Автор умышленно отказался от имеющихся в типовой схеме включения стереодекодера TDA7040T двух конденсаторов по 0,01 мкФ, шунтирующих по высокой частоте его выходы (выводы 5 и 6). При желании их можно ввести, места на печатной плате достаточно.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дахин М.** Приемники с автоматической настройкой. — Радио, 2001, № 6, с. 33, 34.
2. TDA7021T; FM radio circuit for MTS. — <**http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/TDA7021T_CNV_2.pdf**>.
3. Однокристальный ЧМ радиоприемник с маломощным УНЧ. — <**http://www.angstrem.ru/pdf/kr174xa34.pdf**> .
4. О "скрипе" 174ХА34 (отвечает В. Поляков). — <**http://www.radio.ru/support/001/**>.
5. **Пахомов А.** Антенные усилители SWA. — Радио, 1999, № 1, с. 10—12.
6. Wzmacniacz SWA-7. — <**http://www.anprel-plus.com.pl/wyroby/wzmacniacze/w007/index.html**>.
7. TDA7040T; Low voltage PLL stereo decoder. — <**http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/TDA7040T_CNV_2.pdf**>.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

ОБМЕН ОПЫТОМ

Доработка электропроигрывателя "Арктур-006"

М. НАУМОВ, г. Москва

На страницах журнала "Радио" неоднократно [1—6] упоминалось о доработке проигрывателя дисков грамзаписи "Арктур-006", собранного на базе прямоприводного ЭПУ G-2021 польской фирмы UNITRA. Замена головки, вынос трансформатора питания во внешний блок (и применение в качестве стробоскопа сверхъяркого светодиода), повышение нагрузочной способности штатного стабилизатора питания предварительного усилителя, замена предварительного усилителя-корректора, установка микросхемы прямого привода диска на теплоотводы (в количестве трех штук) — все эти изменения были мной опробованы, что способствовало улучшению работы проигрывателя.

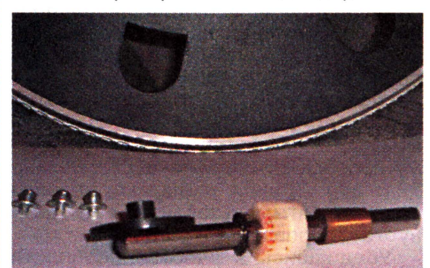


Рис. 1

Предлагаю доработать узел подшипника диска. В этом ЭПУ диск установлен на стальной оси (**рис. 1**), которая вращается в бронзовой втулке. А опора для оси и установленного на ней диска ЭПУ изготовлена из твердого полиэтилена. Эксперимент показал, что замена пары трения "сталь—полиэтилен" на "сталь—сталь" улучшает равномерность вращения диска. Это оказалось заметным даже невооруженным глазом по стабильности положения стробоскопических меток при вращении диска.

Опора представляет собой диск с цилиндрическим выступом высотой 6 мм. Именно верхняя плоскость этого цилиндра непосредственно контактирует с нижней поверхностью оси диска. Если перевернуть опору цилиндрическим выступом вниз и вместо выступа использовать стальной шарик диаметром 5...6 мм, то в результате получится искомая пара трения "сталь—сталь" двух сферических поверхностей. Был взят стальной шарик из подшипника для велосипеда диаметром 6 мм. Шарик был вплавлен паяльником в пластмассовую втулку высотой 5 мм и первоначальным диаметром 6,8 мм таким образом, чтобы его край выступал над втулкой, а общая высота детали составляла 6,2 мм (**рис. 2**). Полученный узел установлен вместо цилиндрического выступа и подпирается снизу перевернутой пластиковой опорой. В случае необходимости — при наличии люфта или

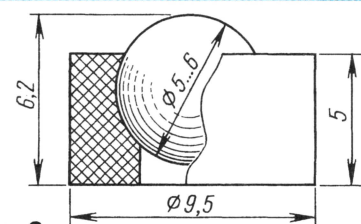


Рис. 2

зазора — на втулку с вплавленным шариком надевают тонкостенную термоусадочную трубку из ПВХ.

Для шарика большего диаметра (но не более 9,5 мм — максимальный диаметр шарика ограничен диаметром отверстия втулки, в которой вращается стальная ось) можно изготовить и другую опору, в виде диска с зенкованным отверстием для шарика в центре. В этом случае также сохранится прежняя высота опоры для оси диска.

Существующую смазку в узле подшипника следует обновить, используя ЦИАТИМ-221 или силиконовую смазку.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Матюшенко С.** Об одной неисправности ЭПУ G-2021. — Радио, 1988, № 1, с. 61.
2. **Белый А., Савчук А.** Ремонт системы привода диска электропроигрывателя "Арктур-006-стерео". — Радио, 1988, № 7, с. 42, 43.
3. **Гренок О.** Увеличение частоты вращения диска в электрофоне "Арктур-006-стерео". — Радио, 1989, № 8, с. 50.
4. **Сазонов. Е.** Доработка системы привода ЭПУ "Арктура-006-стерео". — Радио, 1991, № 9, с. 49.
5. **Халецкий С.** Устранение щелчка в "Арктуре-006-стерео". — Радио, 1992, № 5, с. 21.
6. **Кунафин Р.** О доработке проигрывателя "Арктур-006". — Радио, 1998, № 9, с. 20.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 207-88-18
РАДИО № 9, 2006

НОВОСТИ ЭФИРА

Раздел ведет сотрудник радиокомпании "Голос России"
П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РОССИЯ

МОСКВА. С июня 2006 г. средневолновые передатчики популярной российской радиостанции "Маяк", расположенные на европейской территории страны, вновь работают по своему обычному графику, т. е. с 06.00 утра до 01.00 ночи по местному времени. В других регионах страны "Маяк" вещает на СВ по-прежнему, т.е. с 06.00 до 15.00 местного времени. Мнения и пожелания по этому поводу можно направлять по адресу: радио "Маяк", ул. Пятницкая, 25, Москва-радио, 115326, Россия.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Англия — очень консервативная страна, и в ней строго соблюдаются даже не актуальные, по современным меркам, законы. Одним из таких законов является "Wireless Telegraphy Act", датированный еще 1949 г., согласно которому гражданскому населению страны запрещается использовать УКВ передатчики, "которые могут каким-то образом нарушить государственное радиовещание". А какие УКВ передатчики популярны сейчас? Конечно же, всяческие "гэджеты" для систем "iPod", позволяющие транслировать музыку с плейера на радиоприемники автомобиля, домашней аудиосистемы и т. д. Возник юридический казус: никто не может помешать покупателю приобрести такое устройство, но за нарушение "Wireless Telegraphy Act" он может быть осужден на 2 года тюрьмы. Английский коммуникационный департамент решил "прекратить весь этот маразм", и в настоящее время проводится опрос населения относительно легализации УКВ передатчиков в стране. После этого, возможно, англичане вздохнут свободней?

МОЛДАВИЯ, ПРИДНЕСТРОВЬЕ. Радиостанция "Приднестровье" перешла на новую частоту — 5965 кГц (раньше была 5910) для вещания через передатчик в Григориополе мощностью 500 кВт: 16.00—16.20 (с понедельника по четверг) и в 16.00—16.40 (в пятницу) — на английском языке; 16.20—16.40 (во вторник и четверг) — на французском, а в понедельник и среду — на немецком языках.

Время всюду — UTC.

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ. Радиостанция "New Zealand International" с июля текущего года работает по обновленному расписанию (первая частота — в режиме AM, вторая — в режиме DRM): 13.00—16.50 — на частотах 7145 и 6095 кГц; 16.51—18.50 — на частотах 6095 и 7145 кГц; 18.51—19.50 — на частотах 9630 и 9440 кГц; 19.51—22.35 — на частотах 15720 и 13730 кГц; 22.36—04.58 — на частотах 13730 и 15720 кГц; 04.59—06.58 — на частотах 9615 и 9440 кГц; 06.59—10.59 — на частотах 7145 и 6095 кГц; 11.00—12.59 — на частотах 9870 и 6095 кГц.

ШВЕЙЦАРИЯ. В скором времени в Швейцарии, возможно, отпадет необходимость в наземных антеннах для мобильной связи — их полностью сможет заменить один дирижабль. Специальная технология "High Altitude Platform Systems" (HAPS) может не только сделать ненужными тысячу наземных передатчиков, но и радикально уменьшит вредное излучение. Сейчас тестовому запуску, намеченному на 2007 г., готовится дирижабль под названием "X Station". Замысел заключается в следующем. К 60-метровому аэростату, наполненному гелием, прикрепляется маленький аппарат, оборудованный сотовой антенной и другими устройствами для передачи цифровых данных. Благодаря GPS-системе управления дирижабль будет оставаться неподвижным на высоте 21 км над землей, а гигантские пропеллеры помогут ему противостоять порывам ветра. Питать оборудование будут солнечные панели.

ШВЕЦИЯ. Радиостанция "Радио Швеция" заменило частоту 7465 на 7475 кГц для передач на русском языке в 17.00—17.30 из-за помех от сигналов радиостанции "Би-Би-Си", вещающей в цифровом режиме (DRM).

ЮЖНАЯ КОРЕЯ. Уточненное расписание работы радиостанции "KBS" (Сеул) на русском языке: 11.00—12.00 — на частотах 1170, 5975 и 6135 кГц; 16.00—17.00 — на частоте 9515 кГц; 18.00—19.00 — на частоте 15360 кГц; 19.00—20.00 — на частотах 7150 и 9515 кГц; 20.00—21.00 — на частоте 7275 кГц.

НОВОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

ТУВА. Правительство Тувы приняло республиканскую целевую программу "Обеспечение населения республиканскими программами телевидения и радиовещания по спутниковой системе передачи на 2006—2007 годы". В настоящее время смотреть передачи местного телевидения имеют возможность всего 34 % сельского населения. Это связано с тем, что передача в районы республиканских программ телевидения осуществляется через радиорелейные линии связи. Применение современных спутниковых технологий распространения телевизионного сигнала позволит увеличить охват населения до 82 %. Объекты спутникового теле- и радиовещания будут установлены в 47 населенных пунктах.

РОССИЯ/АРМЕНИЯ. Российский телеканал "Культура" вскоре будет вещать на территории армянского города Гегадзор (Арагацотнская область) на частоте 8-го телевизионного (метрового) канала. В Ереване программы российской "Культуры" транслируются с 16 июня 2004 г. на 23-м (дециметровом) частотном канале.

УКРАИНА. С 10 июля телерадиокомпания "Украина" возобновила выпуск русскоязычных блоков новостей. Зампредседателя Нацсовета Украины по телевидению и радиовещанию Ю. Сторожук подтвердил, что "...возобновление выпусков новостей на русском языке на телеканале "Украина" не связано с политической ситуацией в стране и осуществлено в полном соответствии с украинским законодательством. Поэтому появление русских новостей на телеканале "Украина" — это нормальное явление...".

ФИНЛЯНДИЯ/ЭСТОНИЯ. Почти 50-летняя традиция просмотра программ финского ТВ в Эстонии может прекратиться, когда 31 августа 2007 г. Финляндия должна полностью перейти на цифровое телевидение и прекратить ранее без проблем доходившие до Эстонии аналоговые передачи. Для семей из северной части Эстонии, смотрящих финское телевидение с помощью наружной антенны, переход в любом случае означает необходимость приобрести приемное устройство, подходящее для финского цифрового ТВ.

Хорошего приема и 73!

Редактор — Е. Карнаухов

Приставка к мультиметру для проверки оксидных конденсаторов

А. ПАНЬШИН, г. Москва

При отсутствии измерителя емкости может быть полезной простая приставка к мультиметру или миллиамперметру, которую можно быстро собрать из недефицитных деталей. Ее достоинство в относительно широком диапазоне проверки емкости — 0,01...4700 мкФ, недостаток — в необходимости построения таблицы или графика пересчета значений измеряемого тока в емкость конденсатора. Напряжение сети используется не только для питания приставки, но и для коммутации электронных ключей.

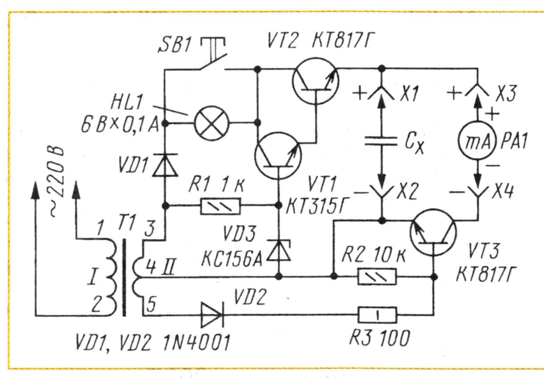
При ремонте радиоаппаратуры или подборе деталей к новой конструкции часто возникает необходимость оценить исправность оксидных конденсаторов. Описанные в литературе измерители емкости с пределом измерения более 1000 мкФ оказались относительно сложными.

Предлагаемая приставка, схема которой показана на **рисунке**, используется автором совместно с мультиметром М-838, включаемым в режим измерения тока. Она проста в изготовлении и позволяет определить с использованием таблицы или графика емкость оксидных и других конденсаторов, рассчитанных на рабочее напряжение 6 В и более в интервале значений 0,01...4700 мкФ, а также сигнализировать о наличии короткого замыкания между обкладками конденсатора.

Погрешность оценки параметра в диапазоне 0,047...2200 мкФ оказывается не более ±10 % от емкости эталонного конденсатора. В интервалах 0,01...0,047 и 2200...4700 мкФ погрешность возрастает до 30 %, а при емкости конденсатора более 5000 мкФ изменения тока оказываются очень незначительными. Мелькание цифр последнего разряда на индикаторе мультиметра при работе с приставкой отсутствует.

Принцип действия приставки основан на измерении среднего тока разрядки проверяемого конденсатора C_x, заряженного до напряжения 4,8 В. Зарядка и разрядка этого конденсатора происходят поочередно в противоположных полупериодах переменного напряжения частотой 50 Гц.

Зарядка конденсатора C_x начинается при появлении напряжения положительной полярности на выводе 3 относительно выводов 4 и 5 вторичной обмотки трансформатора Т1. Ток, проходящий через открытый диод VD1, лампу накаливания HL1 и составной транзистор VT1, VT2, заряжает конденсатор C_x. Напряжение на базе VT1 ограничено стабилитроном VD3 и не превышает 5,6 В, поэтому при напряжении на обкладках конденсатора 4,8 В зарядка прекращается. Средний ток зарядки измеряемого конденсатора пропорционален его емкости, поэтому при емкости более 200...300 мкФ становится заметным свечение индикаторной лампы HL1, сопротивление ее нити накала увеличивается и фактически происходит ограничение среднего тока зарядки до 60 мА. При замыкании контактов кнопки SB1 лампа блокируется и зарядный ток возрастает до максимально возможного значения. В этом полупериоде ключ на транзисторе VT3 закрыт и ток через миллиамперметр не протекает.



В следующем полупериоде, при положительном напряжении на выводе 5 относительно выводов 4 и 3 вторичной обмотки Т1, через диод VD2 и резистор R3 протекает ток базы транзистора VT3, он открывается и конденсатор разряжается через миллиамперметр. Элементы VD1, VT1 и VT2 в этом полупериоде закрыты, через открытый стабилитрон VD3 и резистор R1 протекает небольшой ток, не влияющий на работу приставки.

Для конденсаторов емкостью не более 1000 мкФ значения тока перезарядки возрастают пропорционально емкости. При большей емкости C_x сказывается сопротивление источника зарядного тока. Энергия, запасенная конденсатором за время зарядки, растет медленнее, чем его емкость, в результате верхний предел измеряемой емкости ограничен 4700 мкФ.

Резистор R1 подключен к аноду диода VD1 для того, чтобы уменьшить на 0,6 В напряжение открывания транзисторов VT1, VT2, что положительно сказывается при измерении емкости более 1000 мкФ.

В случае короткого замыкания в конденсаторе транзисторы VT1, VT2 открыты весь полупериод зарядки, ток через них ограничен только сопротивлением нити светящейся лампы накаливания. В полупериод разрядки при замкнутых обкладках конденсатора миллиамперметр покажет отсутствие тока. При подключении оксидно-полупроводникового конденсатора в обратной полярности лампа HL1 также светится ярко, хотя миллиамперметр показывает ток в несколько миллиампер. В этих случаях нажимать на кнопку SB1 нельзя — выводы конденсатора необходимо поменять местами.

После проверки правильности монтажа собранную приставку включают в электросеть, к гнездам X3, X4 подключают мультиметр в режиме измерения тока. К контактам X1, X2 подключают, соблюдая указанную полярность, конденсаторы известной емкости в интервале измеряемых значений. Мультиметр показывает ток, пропорциональный емкости конденсаторов. Необходимо составить таблицу или построить графики зависимости тока от емкости образцовых конденсаторов на различных пределах измерения тока. Так, при емкости C_x, равной 0,1 мкФ, ток достигает примерно 0,025 мА, при емкости 4700 мкФ — 0,67 А.

При небольшой емкости конденсатора C_x лампа накаливания HL1 не светится, в этом случае значение тока сравнивают с полученным при подключении эталонного конденсатора. При большой емкости лампа HL1 светится и измеряемый ток обычно не превышает 60 мА. Когда на несколько секунд нажимают на кнопку SB1, лампа гаснет, измеряемый ток возрастает, и показания миллиамперметра сравнивают с полученными на эталонном конденсаторе. Таким образом, лампа накаливания ограничивает ток при проверке конденсатора с замкнутыми обкладками или включенного обратной полярностью.

Используемые детали: трансформатор Т1 — импортный (из адаптера сетевого питания) мощностью 12 Вт, его вторичная обмотка имеет отвод от середины. Переменное напряжение холостого хода на всей обмотке равно 20 В. Можно применить любой трансформатор мощностью не менее 10...12 Вт, имеющий вторичную обмотку с отводом. Напряжение на верхней по схеме половине вторичной обмотки должно быть 10...15 В, а на нижней может быть и меньше — 5...10 В. В этом случае придется соответственно подобрать лампу HL1 с другим номинальным напряжением и резисторы R1, R3.

Транзисторы серии КТ817 — с любыми буквенными индексами. VT1 — маломощный кремниевый транзистор с напряжением $U_{КЭ\,max} \geq 25$ В. Коэффициент передачи тока базы VT1 и VT2 — не менее 50, VT3 — не менее 150.

Диоды VD1 и VD2 — кремниевые на обратное напряжение не менее 40 В и средний ток 1 А.

В качестве токоограничивающего элемента HL1 можно применить две соединенные параллельно миниатюрные индикаторные лампы на 6 В и ток 0,05 А.

Кнопка SB1 — работающая без фиксации на замыкание, рассчитанная на ток не менее 2 А.

Контакты X1, X2 — часть штыревого разъема, в котором половина расположенных в линию контактов подключена к плюсу, а другая — к минусу цепи перезарядки проверяемого конденсатора. Длина этого разъема должна быть достаточной для подключения конденсаторов с осевым расположением выводов. Гнезда X3, X4 должны соответствовать штырям на проводах, идущих к мультиметру.

Большинство деталей приставки смонтированы на плате из фольгированного стеклотекстолита, которая помещена в подходящий корпус. Трансформатор T1 можно использовать от адаптера (в его же корпусе-вилке) или иной, устанавливаемый в корпусе приставки.

Правильно собранная приставка в налаживании не нуждается. Она может работать и со стрелочным миллиамперметром, если на пределе 1 А сопротивление его шунта не превышает 0,35 Ом. Изменения среднего тока оказываются практически пропорциональными емкости в интервале 0,047...470 мкФ, при больших значениях пропорциональность нарушается. При емкости более 4700 мкФ ток немного больше 0,7 А и далее почти не изменяется. К сожалению, влияние напряжения сети заметно при проверке конденсаторов большой емкости (более 1000 мкФ): уменьшение питающего напряжения на 10 % занижает показания на 22 %.

При длительном измерении конденсаторов большой емкости приставкой с мультиметром на пределе 10 А возможен рост показаний на единицу младшего разряда из-за нагревания транзисторов VT2, VT3.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Построение цифрового киловольтметра с АЦП ICL7106

А. МЕЖЛУМЯН, г. Москва

В статье рассказывается о том, как изготовить киловольтметр для измерения высокого напряжения до 20 кВ на микросхеме АЦП ICL7106 или цифрового мультиметра на ее основе. Высокое входное сопротивление прибора обеспечивает очень малое значение входного тока, не превышающее долей микроампера.

В радиолюбительской практике возникает потребность измерения высокого напряжения при ремонте и проверке режимов работы электронно-лучевых трубок, ионизаторов и озонаторов воздуха и т. п. Специализированные измерители высокого напряжения (ИВН) с высоким входным сопротивлением — сложные и дорогостоящие приборы, практически недоступные для радиолюбителей. Поэтому в радиолюбительской практике для проведения таких измерений обычно применяют простейшие устройства, состоящие из микроамперметра с высокоомными добавочными резисторами. Существенный недостаток таких устройств — довольно большой потребляемый ток, зачастую соизмеримый с рабочим током контролируемых устройств. Для микроамперметров с током полного отклонения 50 мкА минимальное значение уверенно считываемых показаний оказывается равным 5...10 мкА, и этот ток измеритель отбирает у измеряемой цепи. Практически все высоковольтные источники, с которыми приходится иметь дело радиолюбителям, относятся к маломощным и рассчитаны на выходной ток от единиц до десятков микроампер; реже встречаются источники с током до нескольких миллиампер. Это легко показать — при $U_{вых}$ = 30 кВ и $I_{вых}$ = 10 мА выходная мощность составляет 300 Вт; это значительно больше общей мощности, потребляемой современными телевизорами, и такие устройства явно не относятся к "домашним". Проведя несложный расчет для бытовых источников высокого напряжения, несложно убедиться, что с таким измерителем погрешность измерения может составлять 50 % и более, а результаты измерения будут носить лишь оценочный характер.

Выполнение высоковольтных измерителей на основе широко распространенной микросхемы АЦП ICL7106 (отечественный аналог — КР572ПВ5) решает проблему сохранения точности доступными радиолюбителям средствами и позволяет создавать измерители практически для конкретных целей. Так же, как и цифровые мультиметры, ИВН на основе этой микросхемы сочетают небольшие габариты и вес, хорошую точность и удобство считывания показаний. Изготовление устройства несложно, поскольку за основу можно взять любой готовый мультиметр, лучше самый простой — DT830B. Возможно использовать и неисправный прибор, причем даже с такими неисправностями, при которых восстановление его нецелесообразно, например, со сгоревшими контактами переключателя, поскольку для устройства нужна только часть печатной платы, на которой находятся микросхема АЦП и навесные элементы ее "обвязки". Важно лишь одно — конструкция печатной платы должна допускать замену микросхемы (об этом см. в [1]), а замена остальных элементов при необходимости не вызывает затруднений.

Типовое значение входного тока микросхемы ICL7106 близко к 1 пА ($1 \cdot 10^{-12}$ А). И хотя это значение справедливо только для микросхемы, а в приборе токи утечки печатной платы и т. п. могут оказаться значительно больше, реальное значение тока входной цепи прибора, даже без применения хорошо известных способов нейтрализации токов утечки, можно принять 0,1 нА. В типовом включении предел измерения напряжения собственно АЦП — около 200 мВ, естественно, на входе измерителя необходим резисторный делитель.

При создании таких измерителей в первую очередь нужно знать максимальный ток, который допустимо отбирать от измеряемой цепи. Точное его значение определить не всегда возможно, поскольку выходное сопротивление источника и запас по току нагрузки зачастую неизвестны. По этой причине для примера расчета примем максимальное напряжение высоковольтного источника $U_в$ = 20 кВ и рабочий ток — 10 мкА. При отбираемом измерителем токе 1 мкА расчетное значение погрешности не превысит 10 %, что вполне допустимо для технических измерений, а при токе 0,1 мкА погрешность уменьшается до 1 %. Сопротивление нижнего резистора делителя $R_н$, на котором будет падать напряжение 200 мВ (максимальное входное напряжение АЦП), при токе I = 1 мкА равно 200 кОм, при 0,1 мкА — 2 МОм, а при 10 нА — 20 МОм. Сопротивление резистора $R_в$ верхнего плеча делителя можно определить по обычным формулам, но в данном случае все даже проще. Поскольку соотношение резисторов делителя $R_в$ и $R_н$ практически равно отношению принятых предельных значений напряжения — 20 кВ / 0,2 В, ток в цепи измерения определяется только значением $U_в$ и сопротивлением $R_в$. При токе 1 мкА сопротивление $R_в$ = $2 \cdot 10^{10}$ Ом = 20 ГОм, при токе

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

0,1 мкА — $2 \cdot 10^{11}$ Ом = 200 ГОм, а при токе 10 нА — $2 \cdot 10^{12}$ Ом. Изготовить в любительских условиях высоковольтный резистор с сопротивлением $2 \cdot 10^{12}$ Ом нереально, поэтому именно доступный радиолюбителям предел, который ориентировочно можно определить в 200 ГОм, ограничивает минимальное значение тока, отбираемого у измеряемой цепи. В данном случае собственно измеритель на АЦП является, по существу, наноамперметром, хотя и несколько необычным.

ИВН конструктивно состоит из двух частей — собственно измерителя и выносного щупа, содержащего высоковольтные высокоомные резисторы. Как ни странно, именно изготовление щупа может оказаться наиболее сложным при изготовлении киловольтметра. Это обусловлено еще и тем, что именно он в первую очередь определяет безопасность работы человека-оператора и сохранность самого прибора. Для изготовления щупа следует применять только специальные высоковольтные резисторы, например, С3-12, С3-5 (вариант "б") или КЭВ-2 мощностью 2 Вт. Резисторы С3-12 имеют рабочее напряжение 8,5 кВ и сопротивление до 18 ГОм. Верхнее значение диапазона сопротивлений для резистора С3-5 достигает 15 ГОм, а его рабочее напряжение — 15 кВ; для КЭВ-2 — 12 ГОм и 20 кВ соответственно. Максимальное значение разброса сопротивления для этих типов резисторов достигает ±20 %. Поэтому в первую очередь следует подобрать нужное число резисторов для получения заданного сопротивления, причем

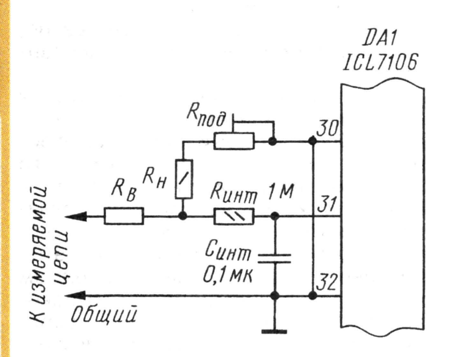


Рис. 1

важно, чтобы падение напряжения на каждом резисторе было меньше допустимого в полтора-два раза. Затем резисторы соединяют последовательно и одевают на них изолирующую трубку, лучше термоусадочную. Сверху одевают еще две изолирующие трубки, например, из ПХВ. Эта работа требует аккуратности, поскольку даже небольшие загрязнения приведут к снижению сопротивления и электрической прочности, ее следует выполнять в резиновых перчатках.

Изготовление собственно измерителя при использовании платы некондиционного мультиметра сводится в основном к механической работе — необходимо отрезать ту часть печатной платы, на которой находится АЦП

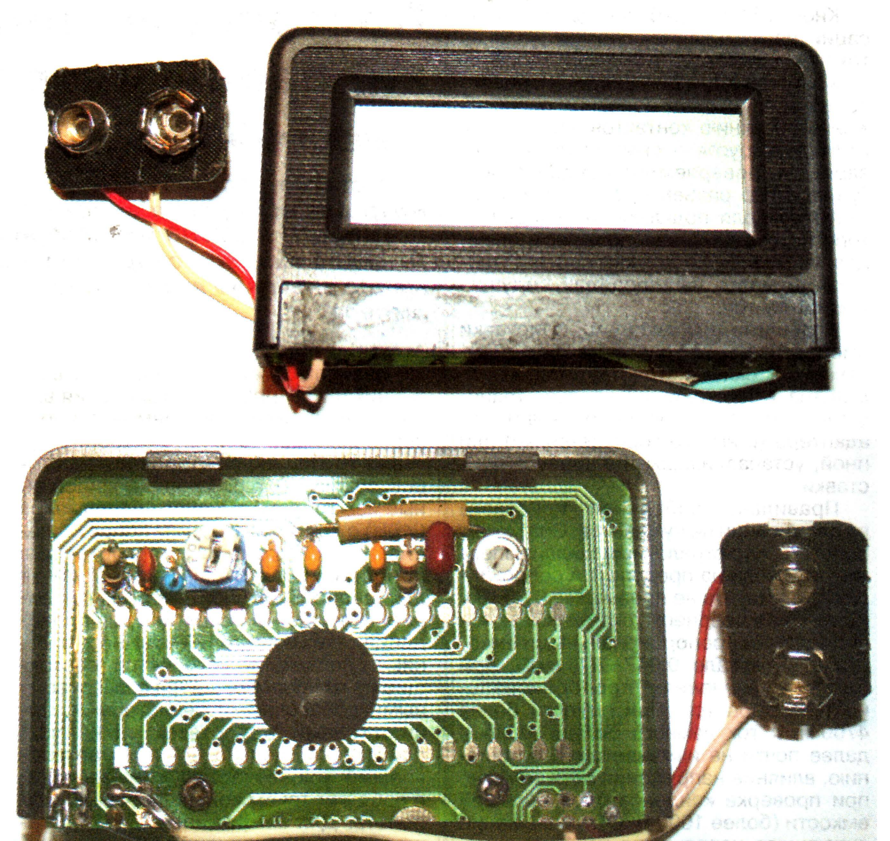


Рис. 2

с элементами "обвязки", и соответствующую ему часть передней панели корпуса. Доработку измерительной части проводят в соответствии со схемой, приведенной на **рис. 1**. Если в измерительной части остались "лишние" детали, например, элементы управления десятичными точками, их тоже желательно удалить. Фотоснимки полученного в результате такой доработки ИВН приведены на **рис. 2**.

Для налаживания ИВН (достижения необходимой точности показаний) в соответствии со стандартными методиками необходим либо эталонный киловольтметр, либо образцовый источник высокого напряжения, что для радиолюбителей недоступно. Поэтому единственным решением остается калибровка по "низкому" напряжению — 500...800 В. Его несложно получить и в домашних условиях, например, от сети 220 В, и можно контролировать с достаточной точностью обычным мультимером.

Основная причина погрешности ИВН — разброс сопротивления высокоомных резисторов, компенсировать который можно изменением сопротивления резистора $R_н$. С этой целью его составляют из последовательно включенных постоянного и подстроечного резисторов. Сопротивление постоянного резистора $R_н$ выбирают равным 0,6...0,8 расчетного значения, примерно таким же должно быть и сопротивление подстроечного.

Особое внимание следует обратить на безопасность при работе с высоким напряжением. Питание ИВН допустимо только от автономных источников — батареи "Крона" или аккумуляторов. Подключение и отключение ИВН к цепи высокого напряжения желательно проводить при выключенном источнике высокого напряжения. При необходимости подключения "на ходу", например, если требуется измерять напряжения в разных точках, следует принять дополнительные меры безопасности по защите человека-оператора и самого ИВН. В этом случае для щупа необходимо изготовить дополнительную ручку — держатель из изолирующего материала, например стеклотекстолита.

Проницательный читатель, конечно же, понял, что в ИВН можно превратить и любой обычный мультиметр, для этого достаточно изготовить к нему высоковольтный щуп и подобрать коэффициент деления дополнительными резисторами по изложенной в статье методике.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Турчинский Д.** Ремонт цифровых мультиметров с бескорпусными АЦП. — Радио, 2005, № 10, с. 23.

2. **Садченков Д. А.** Современные цифровые мультиметры. — М.:, СОЛОН-Р, 2001.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Ремонт Wi-Fi точки доступа Planet WAP-1965

И. ЗОРИН, г. Сергиев Посад Московской обл.

Сегодня эту точку доступа можно считать классической. Согласно описанию, которое можно найти на интернет-сайте изготовителя по адресу <**ftp://ftp1.planet.com.tw/Wireless_Lan/WAP-1965/EM-WAP1965v2.pdf**>, она работает в стандартах 802.11b и 802.11b+ со скоростью до 22 Мбит/с. На практике мне удавалось достичь скорости приблизительно 4,8 Мбит/с при использовании 64-битного шифрования. В случае отказа этот прибор нередко удается отремонтировать, но для этого нужно, прежде всего, разобрать его — отклеить четыре резиновые ножки и вывинтить шесть винтов-саморезов.

Внутри корпуса находится основная плата и немного модифицированная карта PCMCIA. Последнюю хотелось бы проверить, вставив в соответствующий разъем ноутбука. К сожалению, конструктивные особенности карты не позволяют это сделать.

В центре основной платы (она изображена на **рис. 1**) установлен ARM-процессор Samsung S3C4510X01, рядом — место для отсутствующей 14-контактной штыревой колодки JP2. Вероятно, это разъем интерфейса JTAG, служащего для отладки системы и перепрограммирования прибора. Слева внизу есть место для еще одного разъема и контактные площадки под микросхему UART. Установив эти детали, можно снабдить точку доступа интерфейсом RS-232, как в аналогичном приборе Planet WAP-1963. Но неизвестно, позволит ли пользоваться этим интерфейсом "зашитая" в память точки доступа версия программы.

Микросхема FLASH-памяти 29LV800 объемом 8 Мбит установлена в верхней правой части платы. Рядом с ней — микросхема оперативной памяти такого же объема. У интерфейсного разъема расположен развязывающий трансформатор TS6121CX. Справа от трансформатора находится микросхема интерфейсного приемопередатчика KS8721B. А под диодами D1 и D2 с обратной стороны платы притаилась микросхема преобразователя напряжения AIC1563CS (**рис. 2**).

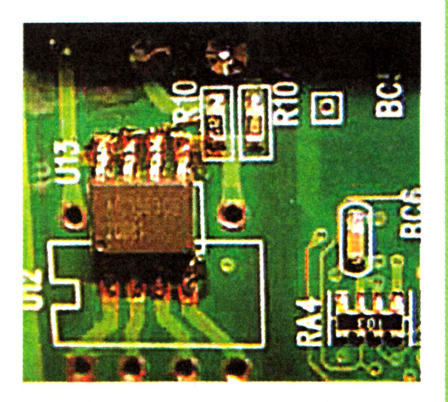


Рис. 2

Практика показывает, что большая часть отказов точки доступа связана со сбоями ее программы, неполадками в цепях питания и неисправностью интерфейсных узлов.

Чтобы устранить последствия сбоя, нужно включить точку, удерживая кнопку сброса (SW1) нажатой не менее 5 с. В результате будут восстановлены заводские установки прибора с IP адресом <**192.168.1.1**> и маской <**255.255.255.0**>. Далее обращаемся к точке доступа через WEB-интерфейс, задав принадлежащий той же сети адрес компьютера (например, <**192.168.1.30**>) и набрав в браузере адрес <**http://192.168.1.1**>. В ответ на запрос вводим имя пользователя admin и пароль admin.

Полезно систематически заменять программу точки доступа ее обновленными версиями, выкладываемыми производителем на сайте <**http://www.planet.com.tw/**>. В них устранены обнаруженные во время эксплуатации дефекты, а иногда и добавлены новые полезные функции. Во время подготовки статьи была доступна программа версии 3.5.0.

Полученный архивный файл нужно распаковать во временную папку и указать путь к имеющемуся в ней файлу *.bin в пункте **Tools** меню настройки точки доступа. Процесс обновления программы начнется после нажатия на экранную кнопку **Upgrade** и займет лишь несколько секунд.

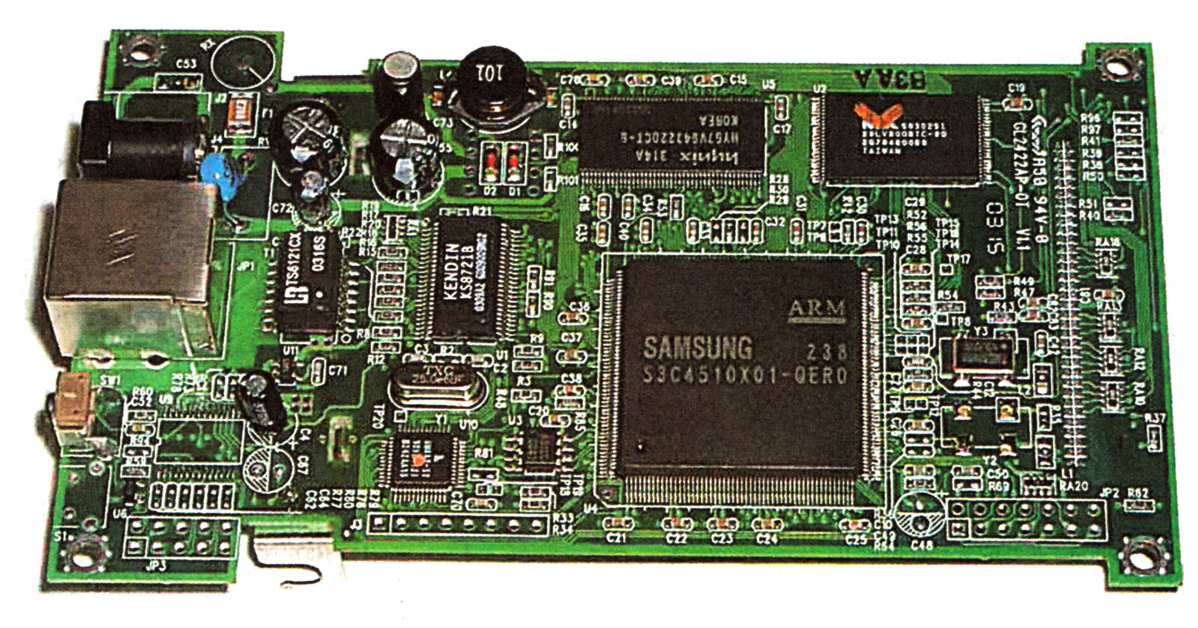


Рис. 1

Иногда точка доступа неожиданно отключается или, что еще хуже, совсем не включается. Это, наиболее вероятно, — неисправность преобразователя напряжения на микросхеме AIC1563CS, обеспечивающего все другие узлы прибора напряжением 3,3 В. Его можно измерить, например, на конденсаторе C59 (согласно маркировке на плате). Напряжение должно соответствовать номиналу и не колебаться в процессе работы.

Если наблюдаются провалы напряжения, виноват, скорее всего, потерявший емкость конденсатор C73, его нужно заменить аналогичным исправ-

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

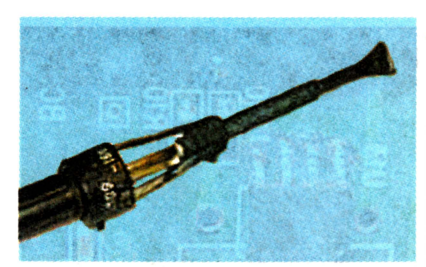


Рис. 3

ным. При напряжении, значительно отличающемся от 3,3 В, проверьте в первую очередь внешний блок питания, который должен давать 5 В. Если блок исправен, придется заменять микросхему AIC1563CS. Учтите, на плате есть контактные площадки и для установки ее варианта в корпусе DIP (AIC1563CN).

Когда при соединении точки доступа с сетевым коммутатором не зажигается светодиод "LNK", а при соединении с компьютером на экране монитора появляется сообщение "Сетевой кабель не подключен", первыми попадают под подозрение сам кабель, разъем и развязывающий трансформатор TS6121CX. Однако на моей памяти трансформатор ни разу не выходил из строя. С большой вероятностью можно утверждать, что при исправных коммутационных элементах в отсутствии связи виновата микросхема KS8721B. Известен случай, когда она прекрасно работала при включении точки доступа в 10-мегабитную сеть, но отказывалась работать в 100-мегабитной сети: хотя сигнал "LNK" горел, передачи информации не было. Неисправную микросхему нужно заменить.

В выпаивании многовыводных микросхем для поверхностного монтажа мне помогает паяльник с жалом, изображенным на **рис. 3**. Ширина плоской части жала равна ширине ряда выводов микросхемы. Прогрев их до расплавления припоя, я аккуратно приподнимаю одну сторону микросхемы над платой, затем отпаиваю противоположный ряд ее выводов. Этим же жалом можно и припаять к контактным площадкам выводы вновь устанавливаемой микросхемы.

Редактор — А. Долгий, фото — автора

Преобразователь USB-MIDI

А. БОРИСЕВИЧ, г. Севастополь, Украина

Портом MIDI, предназначенным для связи с электронными музыкальными инструментами, снабжены сегодня далеко не все компьютеры. Но все они имеют универсальный последовательный интерфейс USB. Полноценный двунаправленный порт MIDI предоставят пользователю предлагаемое устройство, подключаемое к разъему USB, и разработанная автором обслуживающая программа.

Интерфейс MIDI [1] — стандартное средство обмена информацией между цифровыми музыкальными инструментами. Воспользоваться им для записи, компьютерной обработки и воспроизведения музыкальных произведений позволит простой преобразователь интерфейса, подключаемый к разъему USB и снабженный двумя стандартными разъемами MIDI — входным и выходным. Программное обеспечение преобразователя соответствует спецификации MIDI 1.0, в том числе в части передачи всех системных сообщений. Задержка передачи информации в любом направлении — не более 2 мс.

Схема первого варианта преобразователя изображена на **рис. 1**. Использованная в нем микросхема FT232BM предназначена для взаимного преобразования интерфейсов RS-232 и USB. Такой преобразователь на ее основе описан в [2], а в [3] имеется схема подобного преобразователя на первой, морально устаревшей сегодня версии этой микросхемы FT8U232AM с подробным рассказом о ее работе.

В рассматриваемом преобразователе USB-MIDI микросхема FT232BM включена по типовой схеме, нет лишь РПЗУ, предназначенного для хранения уникального идентификационного номера устройства. Вход RXD (вывод 24) микросхемы служит входом интерфейса MIDI (MIDI-IN), а выход TXD (вывод 25) — его выходом (MIDI-OUT).

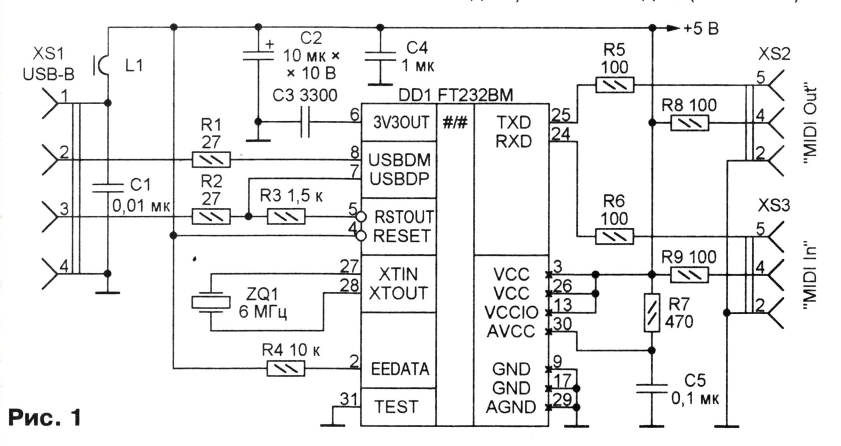


Рис. 1

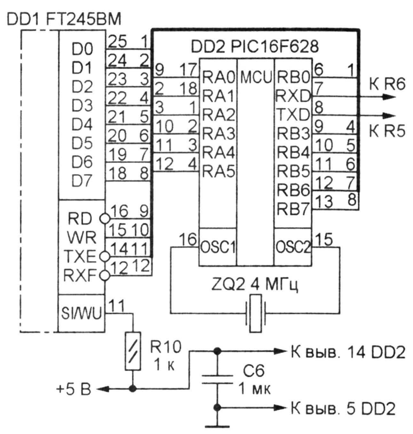


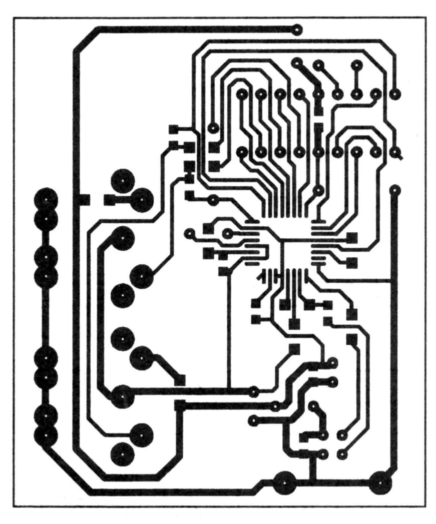
Рис. 2


```
:10000000830100308A0006288B1009008301AC2F81
:100F340083010514851108008301 8C1E9E2F1A0855
:100F440008008301A100A72F03130C1EA62F21085C
:100F540099000800C427851AB22FB827A000A32738
:100F64008C1EAD2F9E27A000E727AD2F8301851A85
:100F7400B92F05100608A10005060639A1060514B7
:100F840021080800073083120313 9F0085013630BF
:100F940083168500831286 01FF30831686009A2704
:100FA400D32F8316031318150730990018128312D0
:100FB40098171816981283160C128C121813831291
:100FC4001813831698168312 08008301A100051EC6
:100FD400E92F8515063083168600F93085058312BE
:100FE40021088600210805060639850685 11FF308B
:0C0FF400831686000630850483120800 76
:02400E00183F59
:00000001FF
```


При отсутствии микросхемы FT232BM можно изготовить другой вариант преобразователя на микросхеме FT245BM (о ее предшественнице FT8U245AM рассказано в [3] и [4]), отличающейся от FT232BM лишь тем, что место универсального асинхронного приемопередатчика (UART) интерфейса RS-232 занял восьмиразрядный параллельный буфер (FIFO).

Функцию преобразования параллельного интерфейса в последова-

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-89-00
Вопросы: consult@radio.ru



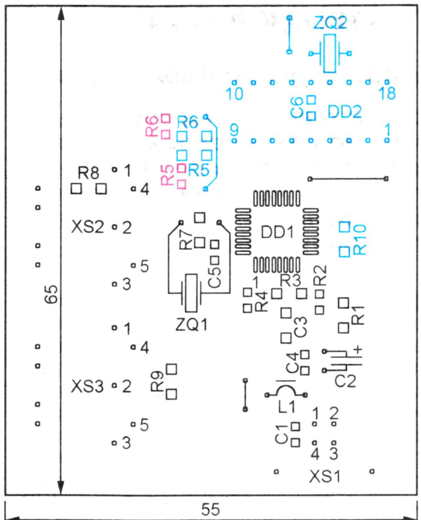


Рис. 3

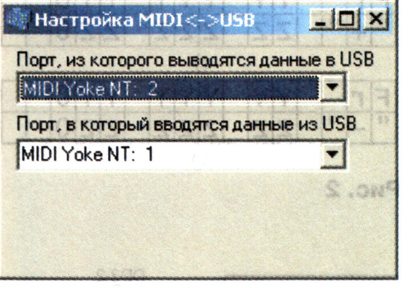


Рис. 4

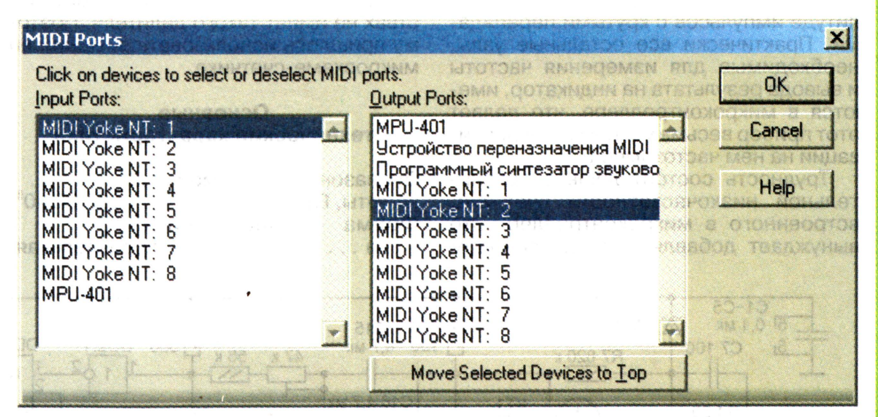


Рис. 5

системных уведомлений, что позволяет автоматически запускать ее при старте Windows (из папки Автозагрузка).

Для примера рассмотрим использование программы USBToMidiApp.exe совместно с виртуальным кабелем MIDI Yoke Junction NT. Допустим, канал MIDI Yoke NT: 2 используется как MIDI-OUT, а канал MIDI Yoke NT: 1 — как MIDI-IN. Такая конфигурация показана на **рис. 4**. Следующий шаг — настройка программы, которая будет использовать подключенное к компьютеру MIDI-оборудование. Например, на **рис. 5** показано окно конфигурации MIDI-устройств программы Cakewalk Pro Audio в случае, когда информация поступает от устройства, подключенного к входу MIDI-IN преобразователя, и направляется к устройству, подключенному к выходу MIDI-OUT.

По окончании настройки программу можно "свернуть" и приступить к использованию MIDI-оборудования. Завершая работу, программа запоминает все установленные режимы, а при следующем запуске восстанавливает их автоматически.

тельный в этом варианте берет на себя микроконтроллер PIC16F628, который подключают к микросхеме FT245BM, как показано на **рис. 2**, и программируют в соответствии с **таблицей**. Программа настраивает UART микроконтроллера на стандартную для интерфейса MIDI скорость обмена информацией 31250 Бод. Остальные (не изображенные на рис. 2) выводы микросхемы FT245BM подключены аналогично одноименным выводам микросхемы FT232BM на рис. 1.

На односторонней печатной плате, показанной на **рис. 3**, может быть собран любой из двух вариантов преобразователя. Расположение деталей на ней показано со стороны печатных проводников. Здесь смонтированы резисторы и конденсаторы (за исключением С2) типономиналов 1206 и 0805 для поверхностного монтажа и микросхема DD1. Остальные элементы и перемычки установлены обычным образом на другой стороне платы.

Если в качестве DD1 применена микросхема FT232BM, элементы и перемычку, изображенные на рис. 3 голубым цветом, на плату не монтируют, а резисторы R5 и R6 припаивают, как показано розовым цветом. Для микросхемы FT245BM потребуются все элементы (R5 и R6 — в положениях, показанных голубым цветом). Дроссель L1 — один виток монтажного провода на миниатюрном ферритовом кольце. Разъем XS1 — розетка USB-B. Разъемы XS2 и XS3 — розетки СГ-5 (ОНЦ-ВГ-4-5/16-р).

Правильно собранный преобразователь не нуждается в налаживании. Однако следует заметить, что в связи с отсутствием в нем ПЗУ, хранящего идентификационный номер, на шине USB возможны конфликты при попытках подключить несколько одинаковых преобразователей одновременно или при работе совместно с другой USB периферией, построенной на аналогичных микросхемах без ПЗУ.

Обнаружив подключенный преобразователь, операционная система компьютера будет искать для него программный драйвер. Следует отказаться от предложенного системой стандартного и установить драйвер D2XX, поставляемый разработчиком микросхем FT232BM, FT245BM — фирмой FTDI. Текущую версию драйвера всегда можно найти по адресу **<http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>**.

Обслуживает преобразователь интерфейса программа USBToMidiApp.exe, разработанная с использованием материалов [5]. Она может работать совместно с любым виртуальным MIDI-кабелем (например, MIDI Yoke Junction NT для Windows NT/2000/XP, **<http://www.midiox.com/myoke.htm>**) или с другим программным драйвером, позволяющим программам обмениваться MIDI-информацией. Обслуживающая программа "сворачивается" в область

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация цифрового музыкального интерфейса MIDI (описание и реализация). — **<http://d1.ifmo.ru/embedded_old/ETC/REFERAT/1997_2/FM/midi.htm>**.

2. **Хуртин И.** Преобразователь интерфейса USB-RS-232 на микросхеме FT232BM. — Радио, 2005, № 10, с. 27—29.

3. **Лысенко А., Назмутдинов Р., Малыгин И.** Преобразователи интерфейса USB на микросхемах FT8U232AM, FT8U245AM. — Радио, 2002, № 6, с. 20, 21; № 7, с. 36, 37.

4. **Семенов Ю.** FT8U245AM в интерфейсе USB. — **<http://www.institute-rt.ru/common/statyi/syv1/index.html>**.

5. Windows MIDI and Digital Audio Programming. — **<http://www.borg.com/~jglatt/tech/winapi.htm>**.

***От редакции**. Программы для микроконтроллера, установленного во втором варианте преобразователя, и для компьютера (USBToMidiApp) имеются на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/09/midi2usb.rar>**.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Частотомер с ЖК индикатором

И. ХЛИВЕНКО, г. Желтые Воды Днепропетровской обл., Украина

Разрабатывая этот прибор, автор поставил перед собой задачу создать частотомер на доступной, но современной элементной базе, легко повторяемый радиолюбителями средней квалификации, с достаточным для их нужд частотным диапазоном без переключения пределов измерения, с большим входным сопротивлением и малой емкостью. Вот что получилось...

Принцип работы частотомера хорошо известен. Подсчитав число периодов входного сигнала за известное время, он приводит его к секундному интервалу и показывает на индикаторе значение частоты в герцах или кратных им единицам.

Для надежной работы на входе счетчика должен быть установлен формирователь, превращающий исходный сигнал любой формы и амплитуды в последовательность нормированных по амплитуде импульсов с крутыми перепадами. Практически все остальные узлы, необходимые для измерения частоты и вывода результата на индикатор, имеются в микроконтроллере, что делает этот прибор весьма удобным для реализации на нем частотомера.

Трудность состоит лишь в сравнительной низкочастотности счетчика, встроенного в микроконтроллер. Это вынуждает добавлять между выходом формирователя и входом микроконтроллера предварительный делитель частоты импульсов, понижающий ее до приемлемого значения. Нужно сказать, что в микроконтроллерах семейства PIC имеется встроенный достаточно высокочастотный предварительный делитель частоты, который с успехом используют в частотомерах. Микроконтроллер ATmega8515 семейства AVR, на котором построен предлагаемый частотомер, при многих других достоинствах не имеет такого делителя. Поэтому пришлось использовать внешний на микросхеме-счетчике.

Основные технические характеристики

Диапазон измеряемой частоты, Гц .... $10...32 \cdot 10^6$
Форма входного сигнала .... произвольная
Чувствительность, мВ 250
Максимальная амплитуда входного сигнала, В 20
Дискретность отсчета частоты, Гц 10
Время измерения, мс 100
Период повторения измерений, мс 200
Напряжение питания, В 5

```
FREQUENCY  METER
     Ver.01
```
а)

```
   MHz kHz   Hz
    XX XXX  XX0
```
б)

```
    YY YYY  YY0
    XX XXX  XX0
```
в)

```
Fr  YY YYY  YY0
"+" ZZ ZZZ  ZZ0
```
г)

```
Fr  YY YYY  YY0
"–" ZZ ZZZ  ZZ0
```
д)

Рис. 2

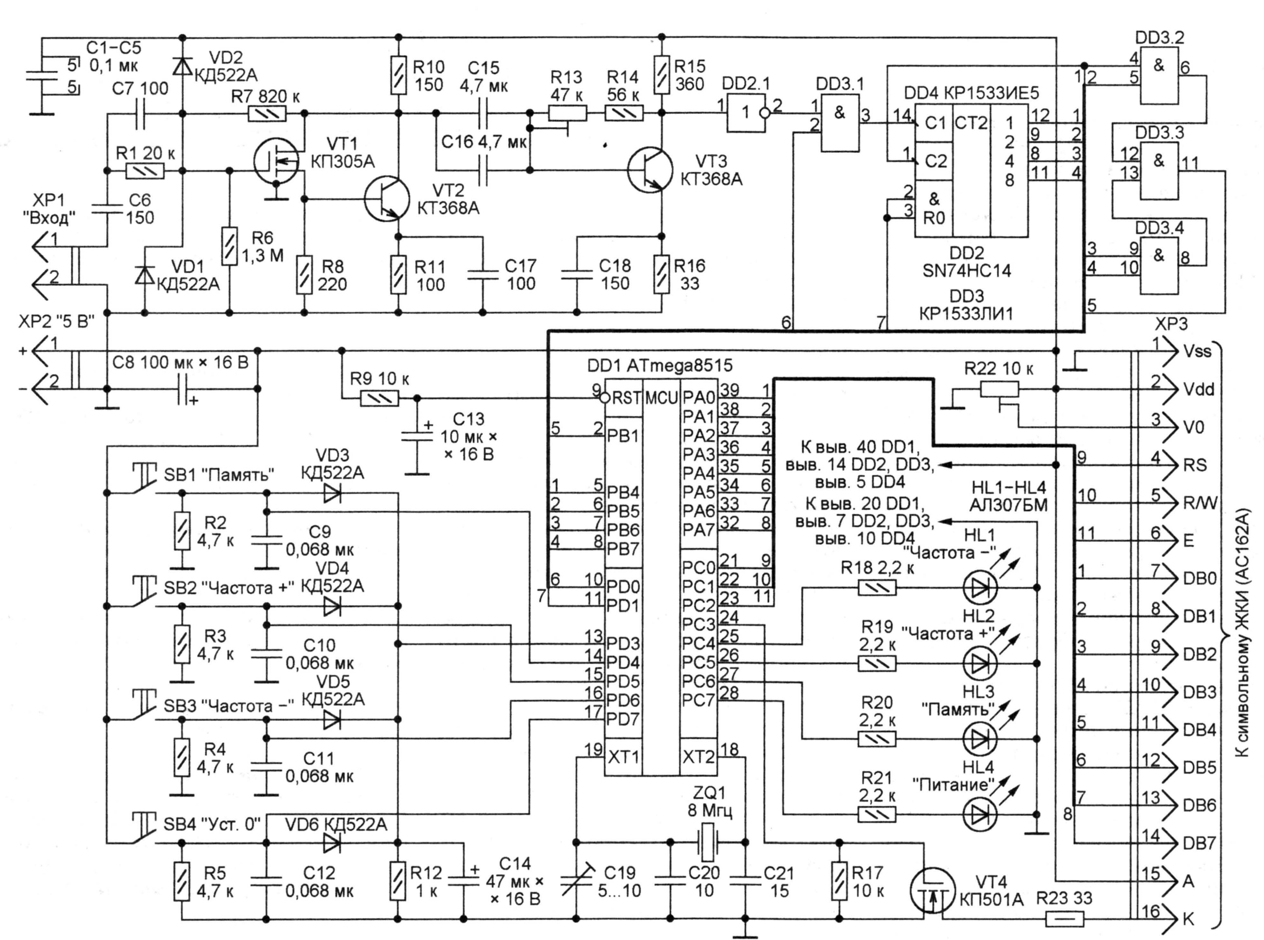


Рис. 1

Схема прибора приведена на **рис. 1**. Входной формирователь построен на транзисторах VT1—VT3 и логическом инверторе DD2.1. Он аналогичен описанному в статье Н. Хлюпина "Частотомер — цифровая шкала с цифровым индикатором" ("Радио", 2004, № 7, с. 64, 65). Там же изложены принцип работы формирователя и особенности его налаживания.

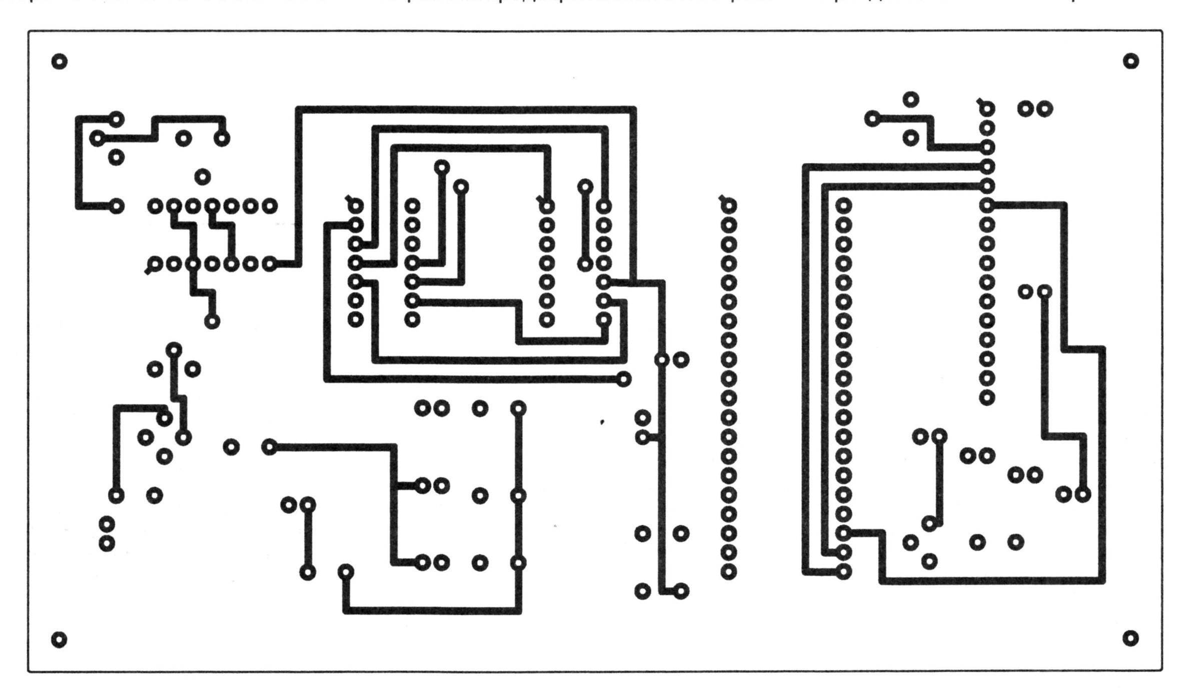
Сформированные импульсы поступают на элемент И DD3.1, который пропускает их на вход предварительного делителя частоты (четырехразрядного двоичного счетчика DD4) только при высоком уровне на выходе PD0 микроконтроллера DD1. Частота импульсов на выходе подключенного к счетчику дешифратора на элементах DD3.2—DD3.4 и на входе PB1 микроконтроллера в 16 раз меньше исходной.

В начале цикла измерения уровень на выходе PD0 микроконтроллера низкий и элемент DD3.1 закрыт. Кратковременным сигналом высокого уровня, сформированным на выходе PD1 микроконтроллера, программа устанавливает счетчик DD4 в нулевое состояние. Затем она на 100 мс открывает элемент DD3.1. Импульсы, поступающие на вход PB1 микроконтроллера, подсчитывает встроенный в него таймер-счетчик T1.

По истечении счетного интервала программа запрещает дальнейшее прохождение импульсов на вход счетчика DD4 и считывает состояние его выходов. Далее она обрабатывает результаты работы предварительного и встроенного счетчиков, вычисляет значение частоты и выводит его на двустрочный символьный ЖКИ. Описанный измерительный цикл периодически повторяется.

Подстроечным резистором R22 устанавливают оптимальную контрастность индикатора. Транзистор VT4 по командам микроконтроллера замыкает и размыкает цепь светодиодной подсветки табло индикатора.

После включения частотомера на его индикаторе приблизительно на 2 с появляется надпись, показанная на **рис. 2**,а, затем прибор переходит в режим непрерывного измерения частоты, отображая ее текущее значение XXXXXXX0 Гц, как показано на рис. 2,б. При длительности измерительного ин-



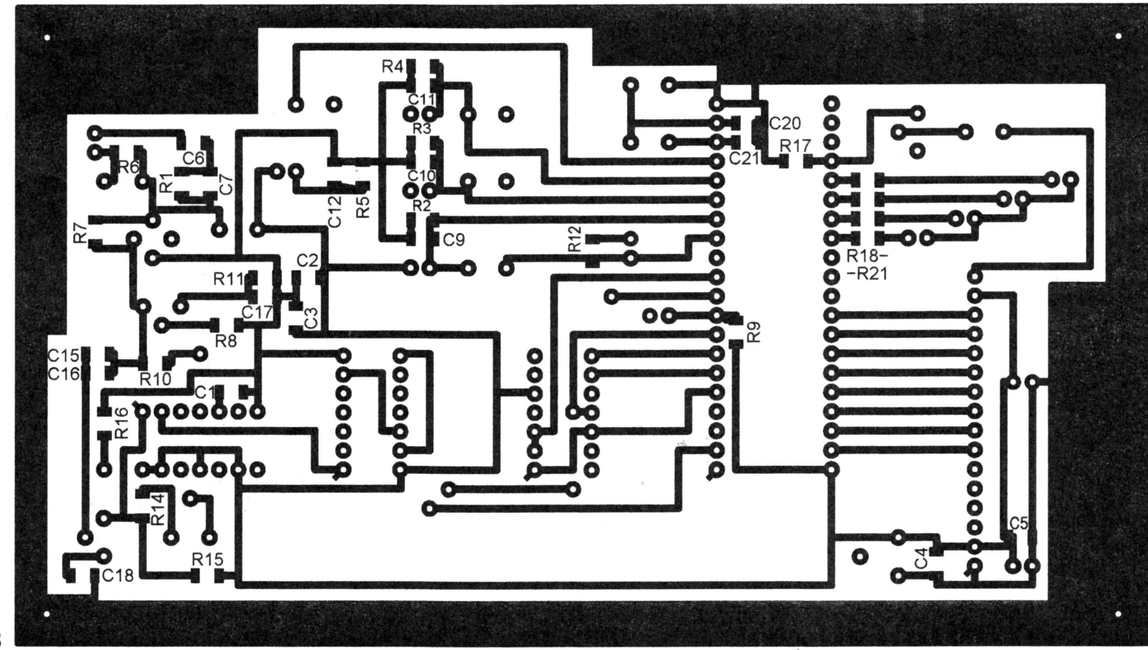


Рис. 3

Рис. 4

тервала 100 мс единицы герц фактически не измеряются, но для удобства отсчета в соответствующем разряде индикатора всегда выведен ноль.

В этом режиме действует только одна из четырех подключенных к микроконтроллеру кнопок — SB1 "Память". При нажатии на нее микроконтроллер запоминает измеренное в этот момент значение частоты YYYYYY0 Гц и в дальнейшем выводит его на индикатор вместе с измеряемым в следующих циклах текущим значением (рис. 2,в). Последующие нажатия на кнопку SB1 обновляют содержимое памяти.

Когда режим "Память" включен, горит светодиод HL3 и действуют кнопки SB2—SB4. После нажатия на кнопку SB2 "Частота +" индикатор показывает сумму текущего измеренного и хранящегося в памяти значений ZZZZZZZ0 Гц (рис. 2,г). Об этом сигнализирует светодиод HL2.

Кнопка SB3 "Частота –" действует аналогично, но после ее нажатия на индикаторе отображается разность указанных выше значений (рис. 2,д). Если текущее значение частоты меньше хранящегося в памяти, их разность будет выведена со знаком "минус". О включении этого режима сигнализирует светодиод HL1.

Нажатием на кнопку SB4 "Уст. 0" стирают из памяти записанное ранее значение частоты (оно не сохраняется и при выключении питания) и возвращают частотомер в исходный режим непосредственного отображения измеренного значения.

Светодиод HL4 сигнализирует лишь о включении питания прибора.

Печатная плата частотомера (двусторонняя из фольгированного стеклотекстолита) изображена на **рис. 3**. На той ее стороне, где находится большинство печатных проводников, смонтированы резисторы и конденсаторы (типоразмера 1206) для поверхностного монтажа. Размещение остальных элементов прибора, установленных обычным образом на противоположной стороне платы, показано на **рис. 4**. Конденсатор C19 — малогабаритный подстроечный. Его регулировкой добиваются точного соответствия тактовой частоты микроконтроллера номиналу, а следовательно, минимальной погрешности измерения частоты.

ЖКИ подключают к разъему XP3 16-проводным плоским кабелем (шлейфом). Номера контактов разъема соответствуют номерам выводов индикатора.

При загрузке программы в микроконтроллер DD1 необходимо установить его конфигурационные ячейки в следующие состояния: CKSEL3 = 1, CKSEL2 = 1, CKSEL1 = 1, CKSEL0 = 1. Этим будет включен тактовый генератор микроконтроллера, работающий с внешним кварцевым резонатором частотой 8...16 МГц. Состояние остальных ячеек конфигурации изменять не требуется. Если используемый микроконтроллер ранее был запрограммирован для работы в другом устройстве, рекомендуется восстановить его исходную (заводскую) конфигурацию и лишь затем внести указанные выше изменения.

Входной формирователь частотомера налаживают согласно методике, описанной в упомянутой ранее статье Н. Хлюпина. В отсутствие входного сигнала подстроечным резистором R13 устанавливают на коллекторе транзистора VT3 напряжение 2,65 В — порог переключения элемента DD2.1. Если при замкнутом входе частотомер все же показывает 10 Гц, нужно напряжение на коллекторе транзистора VT3 немного (приблизительно до 2,7 В) увеличить. Подстроечным резистором R22 добиваются наилучшей контрастности индикатора. Далее подают на вход частотомера сигнал известной частоты (например, 1 МГц) от эталонного генератора и подстройкой конденсатора C19 устанавливают ее точное значение на индикаторе прибора.

От редакции. *Программа микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/09/fr_32.zip>***.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Импульсное автоматическое зарядное устройство для ИБП

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Предлагаемое устройство разработано для малогабаритного источника бесперебойного питания (ИБП), но его можно использовать самостоятельно для зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей напряжением 12 В и емкостью 55...75 А·ч.

Источник бесперебойного питания, описание которого опубликовано в одной из предыдущих статей автора ("Радио", 2005, № 8, с. 32, 33), содержит два сетевых низкочастотных трансформатора, которые в основном определяют его габариты и массу. Использование импульсного зарядного устройства позволяет отказаться от одного из этих трансформаторов, в результате чего удалось существенно сократить габариты и массу ИБП.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно содержит полумостовой инвертор на транзисторах VT3, VT4 и конденсаторах C7, C8. Для внешнего возбуждения инвертора применен генератор на микросхеме КР1211ЕУ1 (DA3), который вырабатывает противофазные импульсы с разделительными паузами, исключающими возникновение сквозного тока через транзисторы инвертора. Частота импульсов (около 50 кГц) определяется цепью R6C1.

Первоначальное питание генератора на микросхеме DA3 осуществляется от заряжаемой батареи через стабилизатор напряжения на микросхеме DA2, поэтому включение устройства в сеть без батареи не приводит к запуску инвертора, потребляемый ток практически равен нулю. Подключение батареи запускает генератор, что вызывает протекание импульсного тока в первичной обмотке I трансформатора T2 и появление импульсного противофазного напряжения на секциях обмотки II, выпрямляемого диодами VD2 и VD3. Напряжением, снимаемым с выхода выпрямителя, заряжают батарею и питают генератор на микросхеме DA3.

Элементы R1—R5, DA1, VT1 образуют узел, предотвращающий перезарядку батареи. Напряжение батареи, сниженное делителем R1R2, поступает на управляющий вход (вывод 1) микросхемы DA1. Пока напряжение батареи ниже 14 В, ток анода микросхемы DA1 минимален (около 1,2 мА). Создаваемое этим током падение напряжения на резисторе R3 недостаточно для открывания транзистора VT1. Этот транзистор закрыт, на входе FV (вывод 2) микросхемы DA3 присутствует низкий логический уровень, разрешающий генерацию. Когда напряжение батареи достигнет 14...14,2 В, напряжение на управляющем входе (вывод 1) микросхемы DA1 превысит пороговый уровень 2,5 В, ток анода микросхемы DA1 существенно возрастет, транзистор VT1 откроется, на вход FV (вывод 2) микросхемы DA3 поступит напряжение высокого логического уровня, которое остановит генерацию импульсов, в результате чего зарядка батареи будет прекращена.

Транзистор VT2 и резисторы R7—R9 ограничивают максимальный ток зарядки на уровне 6...7 А. Пока ток зарядки меньше допустимого предела, падение напряжения на резисторе R8 (датчике тока) недостаточно для открывания транзистора VT2. Если ток зарядки превысит допустимый предел, транзистор VT2 откроется, ток его коллектора создаст на резисторе R5 и, соответственно, на выводе 2 микросхемы DA3 напряжение высокого логического уровня, которое прекратит генерацию импульсов возбуждения. Диод VD1 ограничивает напряжение на выводе 2 микросхемы DA3 до безопасного уровня.

Емкость конденсаторов C7 и C8 недостаточна для сглаживания пульсаций на удвоенной частоте напряжения сети. Ток зарядки батареи пульсирует с этой частототой. Как показала практика, это не ухудшает качество зарядки батареи и дает возможность отказаться от сглаживающего конденсатора большой емкости, что способствует дальнейшему уменьшению габаритов устройства и снижению нагрева коммутирующих транзисторов VT3 и VT4.

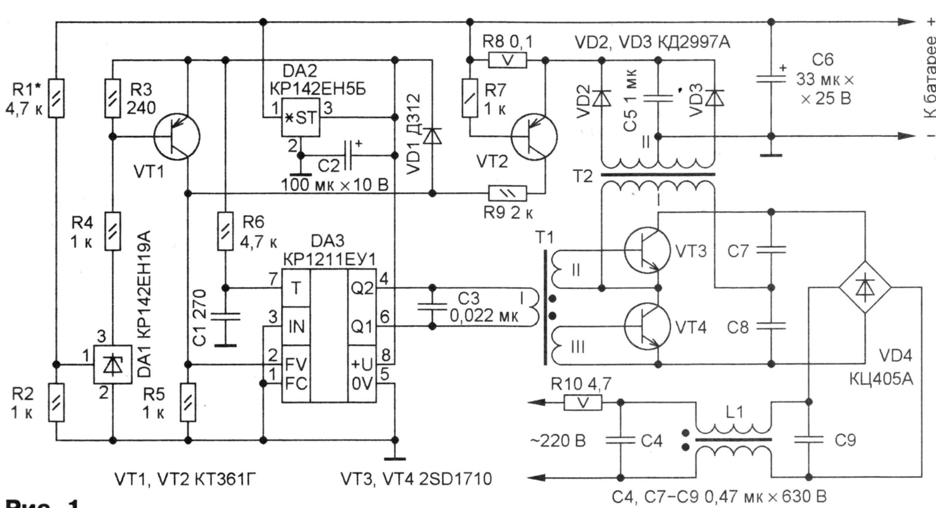
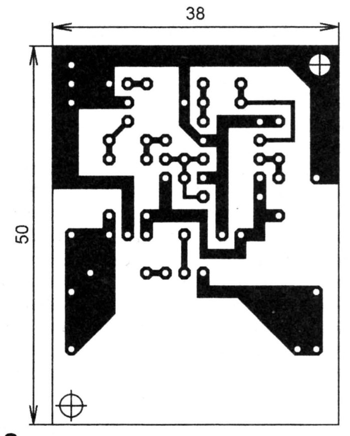


Рис. 1



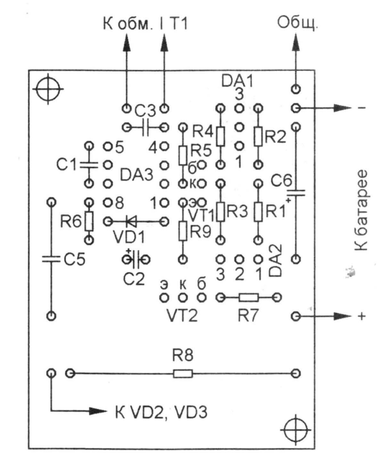


Рис. 2

Конструкция и детали. Большая часть деталей смонтирована на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Остальные компоненты — навесные. Дроссель L1 использован готовый от телевизора 3УСЦТ. Его можно изготовить самостоятельно, намотав на кольцо К28×16×9 из феррита 2000НМ в два провода 100...150 витков провода ПЭЛ диаметром 0,35 мм. Для намотки трансформаторов использован провод ПЭЛ и кольцевые магнитопроводы из феррита 2000НМ. Трансформатор T1 — на магнитопроводе типоразмера К16×10×4,5. Обмотка I содержит 80 витков провода диаметром 0,35 мм, а обмотки II и III — по 18 витков провода диаметром 0,69 мм. Трансформатор T2 намотан на

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

двух сложенных вместе кольцах типоразмера К38×24×7. Обмотка I содержит 80 витков провода диаметром 0,8 мм. Обмотка II содержит 12 витков жгута из восьми проводов диаметром 0,72 мм. Затем эту обмотку разделяют на две полуобмотки по четыре провода в каждой. После этого начало одной полуобмотки соединяют с концом другой, в результате чего получается средняя точка, которую соединяют с общим проводом. Площадь сечения проводов, по которым протекает ток зарядки батареи, должна быть не менее 3 мм^2. Транзисторы VT3 и VT4 установлены на ребристом теплоотводе размерами 65×92 мм, аналогичном используемому в выходном каскаде строчной развертки телевизоров 3УСЦТ. Диод VD1 — любой германиевый маломощный, выдерживающий обратное напряжение 10 В.

Налаживание при исправных деталях и отсутствии ошибок в монтаже заключается в подборе сопротивления резистора R1. Для этого параллельно резистору R5 подключают простейший логический анализатор, а параллельно конденсатору C6 — вольтметр и регулируемый источник постоянного тока с верхним пределом регулирования не менее 15 В. Установив на конденсаторе C6 напряжение 14...14,2 В, подбором резистора R1 добиваются возникновения на выводе 2 DA3 сигнала высокого уровня.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Малогабаритный преобразователь напряжения на MC34063

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Для питания многих портативных приборов, в том числе измерительных, требуется автономный источник напряжения 9 В. Вместо гальванической или аккумуляторной батареи на это напряжение из шести-семи элементов может быть удобнее и экономичнее использовать всего два элемента. В этом случае необходим повышающий преобразователь напряжения, о котором рассказано в предлагаемой статье.

Используя микросхему MC34063, можно собрать миниатюрный преобразователь, повышающий напряжение батареи из двух гальванических или аккумуляторных элементов до 9 В. Преобразователь предназначен для питания измерительных приборов и других устройств с током потребления до 10...15 мА.

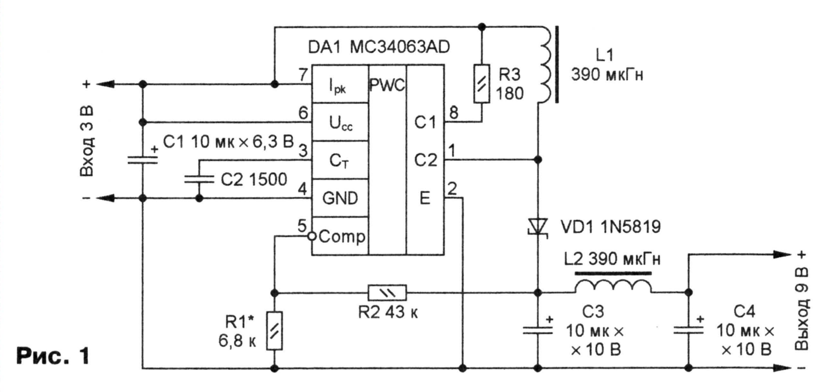


Рис. 1

Схема преобразователя показана на **рис. 1**. Его основа — микросхема MC34063 (MC33063), в состав которой входят следующие узлы: генератор, компаратор, источник образцового напряжения, ключевой каскад и ограничитель тока короткого замыкания. Они позволяют реализовать преобразователь с широтно-импульсной стабилизацией напряжения. Отечественный аналог этой микросхемы КР1156ЕУ5 подробно описан с примерами использования в статье С. Бирюкова "Преобразователи напряжения на микросхеме КР1156ЕУ5" ("Радио", 2001, № 11, с. 38, 39, 42). Емкость конденсатора C2 определяет частоту преобразования, которая для указанного на схеме значения находится в диапазоне 30...40 кГц. Дроссель L1 — накопительный. На элементах C3L2C4 собран фильтр выходного напряжения. Через резистивный делитель R2R1 выходное напряжение поступает на вход компаратора, который управляет ключевым каскадом, изменяя длительность импульсов тока через дроссель L1.

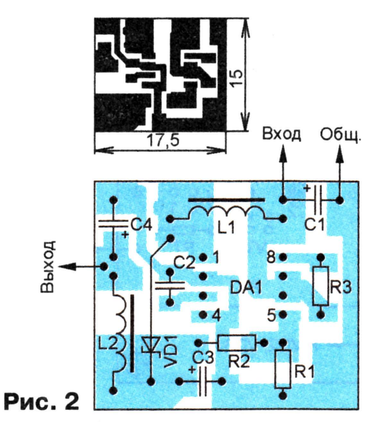


Рис. 2

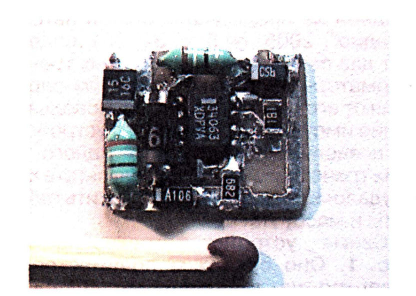


Рис. 3

При подаче на вход преобразователя напряжения 2,3...3,5 В на выходе формируется стабильное напряжение 9 В, пульсации которого не превышают нескольких милливольт. С уменьшением входного напряжения до 2 В выходное уменьшается до 7 В, а его пульсации возрастают до 30...50 мВ. Без нагрузки преобразователь потребляет ток 3...4 мА. Выходное сопротивление не превышает 40 Ом.

Все компоненты преобразователя размещены на печатной плате (**рис. 2**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита (расположение элементов в масштабе 2:1). Фотография платы с деталями показана на **рис. 3**. Конденсатор C2 — керамический К10-17в (можно заменить аналогичным импортным). Остальные конденсаторы — оксидные танталовые для поверхностного монтажа (типоразмеры A, B, C). Резисторы Р1-12, дроссели EC24 индуктивностью 390—1000 мкГн. Благодаря применению микросхемы и других элементов для поверхностного монтажа удалось добиться малых габаритов устройства — 4×15×17,5 мм. Микросхему MC34063AD можно заменить на MC33063AD или MC33063AVD. Если применить микросхему в корпусе DIP-8 (MC33063AP1, MC33063AVP, MC34063AP1) и детали с проволочными выводами, размеры платы придется увеличить.

Налаживая преобразователь, прежде всего устанавливают требуемое значение выходного напряжения подбором резистора R1. Чтобы добиться максимального КПД, устанавливают среднее значение напряжения питания, подключают штатную нагрузку и подбирают конденсатор C2 по минимуму тока, потребляемому преобразователем, при условии, что его выходное напряжение остается номинальным.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков, фото — автора

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-89-00
Вопросы: consult@radio.ru

Простой лабораторный блок питания 1...20 В с регулируемой токовой защитой

П. ВЫСОЧАНСКИЙ, г. Рыбница, Приднестровье, Молдавия

В журнале "Радио" опубликовано множество описаний лабораторных блоков питания, но лишь некоторые из них имеют плавную регулировку порога срабатывания защиты от токовой перегрузки. Именно о таком устройстве рассказано в предлагаемой статье.

Для налаживания различных электронных устройств необходим источник питания, в котором предусмотрена регулировка не только выходного напряжения, но и порога срабатывания защиты от токовой перегрузки. Во многих простых устройствах аналогичного назначения защита лишь ограничивает максимальный ток нагрузки, причем возможность его регулирования отсутствует или затруднена. Такая защита больше предназначена для самого блока питания, чем для его нагрузки. Для безопасной работы как источника, так и подключенного к нему устройства необходима возможность регулирования уровня срабатывания токовой защиты в широких пределах. При ее срабатывании нагрузка должна быть автоматически отключена. Предлагаемое устройство удовлетворяет всем перечисленным требованиям.

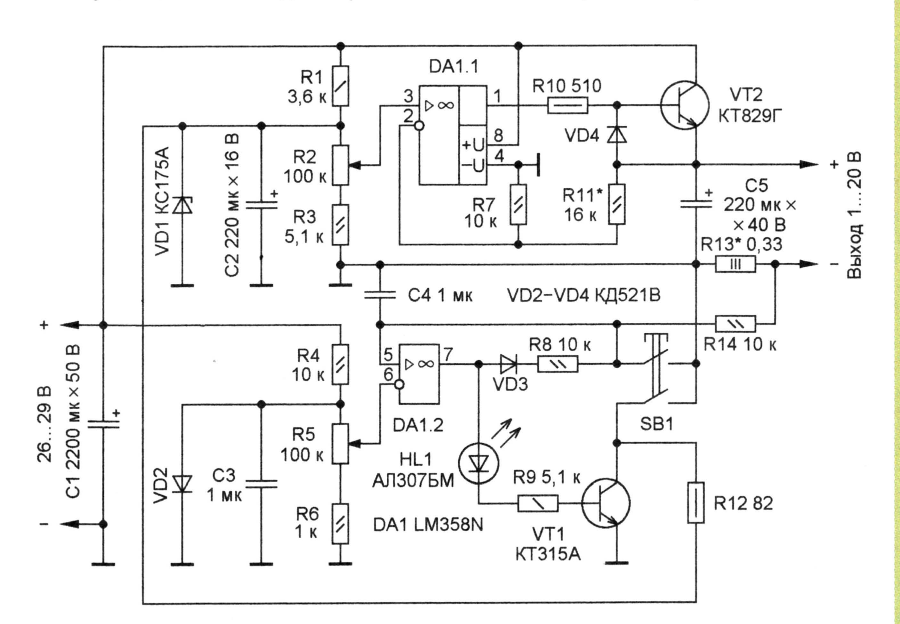
Основные технические характеристики

Входное напряжение, В ......26...29
Выходное напряжение, В ......1...20
Ток срабатывания защиты, А ....0,03...2

Схема устройства показана на **рисунке**. Регулируемый стабилизатор напряжения собран на ОУ DA1.1. На его неинвертирующий вход (вывод 3) с движка переменного резистора R2 поступает образцовое напряжение, стабильность которого обеспечивает стабилитрон VD1, а на инвертирующий вход (вывод 2) — напряжение отрицательной обратной связи (ООС) с эмиттера транзистора VT2 через делитель напряжения R11R7. ООС поддерживает равенство напряжений на входах ОУ, компенсируя влияние дестабилизирующих факторов. Перемещая движок переменного резистора R2, можно регулировать выходное напряжение.

Узел защиты от перегрузки по току собран на ОУ DA1.2, который включен как компаратор, сравнивающий напряжения на инвертирующем и неинвертирующем входах. На неинвертирующий вход через резистор R14 поступает напряжение с датчика тока нагрузки — резистора R13, на инвертирующий — образцовое напряжение, стабильность которого обеспечивает диод VD2, выполняющий функцию стабистора с напряжением стабилизации около 0,6 В. Пока падение напряжения, создаваемое током нагрузки на резисторе R13, меньше образцового, напряжение на выходе (вывод 7) ОУ DA1.2 близко к нулю.

Если ток нагрузки превысит допустимый, напряжение на выходе ОУ DA1.2 увеличится почти до напряжения



питания. Через резистор R9 потечет ток, который включит светодиод HL1 и откроет транзистор VT1. Диод VD3 открывается и через резистор R8 замыкает цепь положительной обратной связи (ПОС). Открытый транзистор VT1 подключает параллельно стабилитрону VD1 резистор малого сопротивления R12, в результате чего выходное напряжение уменьшится практически до нуля, поскольку регулирующий транзистор VT2 закроется и отключит нагрузку. Несмотря на то что напряжение на датчике тока нагрузки упадет до нуля, благодаря действию ПОС нагрузка останется отключенной, что показывает светящийся индикатор HL1. Повторно включить нагрузку можно кратковременным отключением питания или нажатием на кнопку SB1. Диод VD4 защищает эмиттерный переход транзистора VT2 от обратного напряжения с конденсатора C5 при отключении нагрузки, а также обеспечивает разрядку этого конденсатора через резистор R10 и выход ОУ DA1.1.

Детали. Транзистор КТ315А (VT1) можно заменить на КТ315Б—КТ315Е. Транзистор VT2 — любой из серий КТ827, КТ829. Стабилитрон (VD1) может быть любым с напряжением стабилизации 7...8 В при токе 3...8 мА. Диоды КД521В (VD2—VD4) могут быть другими из этой серии или КД522Б. Конденсаторы C3, C4 — любые пленочные или керамические. Оксидные конденсаторы: C1 — К50-18 или аналогичный импортный, остальные — из серии К50-35. Номинальное напряжение конденсаторов не должно быть меньше указанного на схеме. Постоянные резисторы — МЛТ, переменные — СП3-9а. Резистор R13 можно составить из трех параллельно соединенных МЛТ-1 сопротивлением по 1 Ом. Кнопка (SB1) — П2К без фиксации или аналогичная.

Налаживание устройства начинают с измерения напряжения питания на выводах конденсатора C1, которое, с учетом пульсаций, должно находиться в пределах, указанных на схеме. После этого перемещают движок переменного резистора R2 в верхнее по схеме положение и, измеряя максимальное выходное напряжение, устанавливают его равным 20 В, подбирая резистор R11. Затем подключают к выходу эквивалент нагрузки, например, такой, как описан в статье И. Нечаева "Универсальный эквивалент нагрузки" в "Радио", 2005, № 1, с. 35. Измеряют минимальный и максимальный ток срабатывания защиты. Чтобы снизить минимальный уровень срабатывания защиты, необходимо уменьшить сопротивление резистора R6. Для увеличения максимального уровня срабатывания защиты нужно уменьшить сопротивление резистора R13 — датчика тока нагрузки.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Снижение уровня помех от импульсных источников питания

М. ДОРОФЕЕВ, г. Москва, Зеленоград

При всех достоинствах импульсных источников питания у них есть существенный недостаток — высокий уровень коммутационных помех, распространяющихся по проводам и во входные цепи, и в нагрузку, а также по эфиру. Вопросам борьбы с этими помехами посвящена помещенная ниже статья.

Коммутационные помехи в импульсных источниках питания возникают как следствие применения переключательного режима работы мощных регулирующих элементов. Борьбе с помехами приходится уделять немало внимания. Разработаны действенные меры по их снижению, и в настоящее время почти все бытовые электронные устройства, аппаратуру систем связи, вычислительной и измерительной техники питают от импульсных источников.

Однако осталась область электроники, где до сих пор применение подобных источников встречает большие трудности, — это высококачественные усилители мощности ЗЧ. Одна из недавних интернет-конференций по этой тематике пришла к выводу: для звуковых Hi-Fi усилителей импульсный источник питания неуместен.

Многие зарубежные производители аудиоаппаратуры вернулись к выпуску высококачественных дорогих усилителей с традиционными трансформаторными узлами питания. Для снижения их массы и улучшения технических показателей используют специализированные магнитопроводы с кернами круглого или овального сечения, а обмотки иногда выполняют проводом из серебра. Не исключено, правда, что это делается в рекламных целях.

Тем не менее радиолюбители продолжают разрабатывать импульсные источники для питания своих усилителей. Некоторые из этих разработок представлены в журнале "Радио". В этих публикациях вопросы снижения помех упомянуты, но, к сожалению, детально не проработаны. В специальной литературе можно найти ряд удачных решений, однако для большинства радиолюбителей она малодоступна.

Ниже описаны некоторые методы снижения помех, с которыми мне удалось познакомиться. Большинство схем проверено экспериментально, и результаты проверки приведены в статье. Представлены также некоторые итоги собственного опыта.

На **рис. 1** изображена структурная схема одного из часто применяемых на практике источников. Недостаток этого источника, снижающий его КПД, — двойное преобразование энергии: сначала в импульсном стабилизаторе напряжения, а затем в инверторе.

Но подобное схемное построение обеспечивает и ряд достоинств, перекрывающих указанный недостаток. Во-первых, оно позволяет уменьшить напряжение, подаваемое на инвертор, до 100...180 В и, следовательно, использовать сравнительно низковольтные мощные транзисторы, обладающие лучшими характеристиками. Во-вторых, уменьшается амплитуда импульсов на выходе инвертора, а значит, и уровень создаваемых помех.

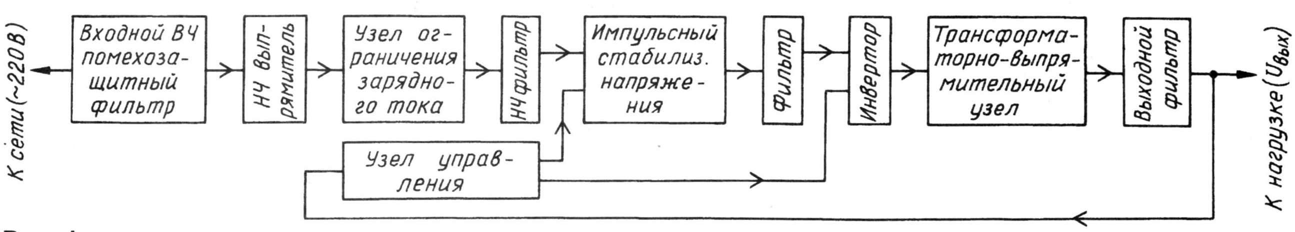


Рис. 1

В-третьих, появляется возможность легко реализовать работу импульсного регулятора напряжения с частотой, вдвое большей, чем у инвертора, т. е. стабилизировать амплитуду выходных импульсов инвертора в каждом полупериоде. В-четвертых, в фильтре импульсного регулятора допустимо использовать конденсаторы меньшей емкости, а значит, менее громоздкие.

В последнее время все чаще входной ВЧ фильтр совмещают с НЧ выпрямителем (см. схему на **рис. 2**). Здесь конденсаторы С1, С2, С4—С7 подавляют несимметричные помехи. Для этой цели предназначен и конденсатор С9, шунтирующий оксидный конденсатор фильтра С8. Конденсатор С9 должен быть высококачественным, с малым эквивалентным сопротивлением и малой собственной индуктивностью в широкой частотной полосе. Конденсатор С3 — специальный помехозащитный, например, К73-21Б.

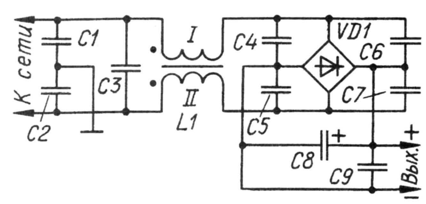


Рис. 2

Двуобмоточный дроссель L1 служит для подавления симметричных помех. Его обмотки наматывают в два провода и включают синфазно. Через обмотки протекает одинаковый ток, но в противоположные стороны. Поэтому результирующий магнитный поток в магнитопроводе дросселя равен нулю, что дает возможность использовать магнитопровод без немагнитного зазора из материала с высокой магнитной проницаемостью. Даже при малом числе витков такой дроссель обладает большим сопротивлением для тока симметричной помехи.

Если источник собран в экранирующем кожухе, конденсаторы С1 и С2 следует использовать проходные.

Узел ограничения зарядного тока конденсатора НЧ фильтра при грамотном монтаже конструкции заметного влияния на уровень помех не оказывает. Этот узел не всегда включают в состав импульсного источника, хотя он совершенно необходим, что неоднократно отмечал журнал "Радио". Известно много схемных разновидностей узла, и одна из простых, но удовлетворительно работающих, опубликована в [1].

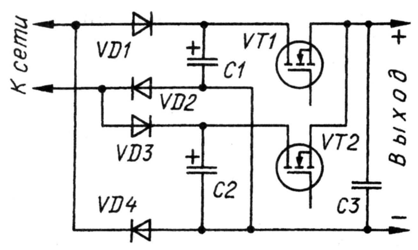


Рис. 3

Остроумная схема узла снижения уровня обратных помех [2], проникающих в питающую сеть, показана на **рис. 3**. Уровень этих помех уменьшается из-за распределения во времени потребления энергии от питающей сети и ее передачи к звену, работающему на частоте преобразования. По сравнению с обычным мостовым выпрямителем уровень помех в полосе 40...180 кГц уменьшается в 8...45 раз

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

(на 18...33 дБ) при частоте преобразования 20 кГц.

Импульсный стабилизатор напряжения вместе с фильтром служит для формирования требуемого выходного напряжения источника, его стабилизации и подавления пульсаций с удвоенной частотой сети. Стабилизатор снижает уровень этих помех весьма эффективно — до 60 дБ и более.

В то же время этот узел — источник самых мощных помех. На **рис. 4** представлена упрощенная схема импульсного стабилизатора с фильтром. При открытом транзисторе VT1 ток нагрузки протекает через него и дроссель L1 справа налево по рисунку, диод VD1 закрыт. Когда VT1 закрывается, ток через дроссель продолжает течь в том же направлении. При этом диод VD1 открывается, пропуская этот ток через нагрузку. Далее снова открывается транзистор VT1 и процесс повторяется.

Время открывания полевого транзистора — наносекунды, а время закрывания даже самых быстрых современных мощных высоковольтных диодов (время восстановления обратного сопротивления) почти в десять раз больше. Например, у диодов КД244Б (КД244Г) и КД2994А оно равно 0,035 и 0,05 мкс соответственно. Таким образом, через открывшийся транзистор и еще не успевший полностью закрыться диод потечет паразитный ток, не ограниченный сопротивлением нагрузки и дросселя. Этот ток становится причиной значительных потерь энергии и перегревания диода и транзистора.

Резко снизить потери позволит применение диода с временем обратного восстановления 3...5 нс, но таких диодов пока нет. Можно уменьшить индуктивность дросселя до такого минимума, чтобы к моменту открывания транзистора ток через диод успевал уменьшиться до нуля.

Однако при этом увеличиваются пульсации с частотой переключения транзистора. К тому же при уменьшении тока нагрузки, что постоянно происходит в усилителе мощности ЗЧ, появляются разрывы тока через дроссель, и в эти периоды на нем возникает высокочастотный "звон", по амплитуде сравнимый с рабочими импульсами и заметно увеличивающий радиопомехи от источника.

Другой способ уменьшения паразитного тока предложен в [3]. Последовательно с диодом рекомендуется включать дополнительный насыщающийся дроссель (**рис. 5**) с магнитопроводом из аморфного металла с прямоугольной петлей гистерезиса. Паразитный ток, а значит, и потери при этом существенно уменьшаются, улучшается форма импульсов в разных цепях регулятора напряжения.

К сожалению, при вхождении магнитопровода в насыщение и при выходе из него на дросселе возникают разнополярные очень короткие, но высоковольтные всплески напряжения, являющиеся источником интенсивных радиопомех. Если параллельно дополнительному дросселю L2 включить диод VD2, отрицательные всплески окажутся срезанными, но положительные останутся.

Радикальный и довольно простой способ снижения потерь и помех в рассматриваемом узле все же существует. Отметим, что в отрезки времени, когда транзистор VT1 уже открыт, а диод VD1 еще не закрыт, выход выпрямителя оказывается замкнутым цепью VD1VT1. Напряжение выпрямителя падает на его внутреннем сопротивлении, на индуктивности проводов монтажа и на цепи VD1VT1. Потребление энергии от сети при этом, естественно, резко увеличивается.

После закрывания диода напряжение U_1 (см. рис. 4) скачком увеличивается, появляется короткий высоковольтный выброс (**рис. 6**). Здесь t_1 — момент начала открывания транзистора, а t_2 — восстановления обратного сопротивления диода; t_2–t_1 — время рассасывания заряда в диоде, равное примерно 0,05 мкс (как у диода КД2994А); t_3–t_2 — длительность выброса напряжения.

Если параллельно этому участку включить конденсаторы С1, С2 (на рис. 4, показанные штриховыми линиями), то при закрытом транзисторе они будут накапливать заряд, а после его открывания отдавать часть заряда в цепь VT1VD1. На **рис. 7** показана форма напряжения U_1 после подключения конденсаторов. Видно, что сколько-нибудь значимые провалы и выбросы на графике отсутствуют, стало быть, нет помех и потерь.

Очень важно, чтобы выводы конденсаторов были предельно укорочены и подключены непосредственно к выводам транзистора и диода. Если цепь конденсаторов подключить к катоду диода отрезком провода диаметром 1 мм и длиной всего 30 мм, амплитуда импульсов, показанных на рис. 7, увеличится в 3...4 раза. Этот пример показывает необходимость укорочения всех соединений в источнике.

Нагрузкой импульсного стабилизатора служит инвертор. Остановимся на двухтактном инверторе с независимым возбуждением. Чаще всего его выполняют по полумостовой схеме. Плечевые конденсаторы представляют собой одновременно фильтр питающего напряжения. В инверторе есть опасность возникновения сквозного тока, если не принять соответствующие меры. Переключательные транзисторы могут быть как биполярными, так и полевыми. Для биполярных транзисторов требуется формировать управляющие импульсы специальной формы с паузами определенной длительности [4]. Эти паузы могут обеспечить отсутствие сквозного тока и в выходном выпрямителе, если их длительность будет больше времени восстановления обратного сопротивления диодов выпрямителя. Гораздо проще задача решается в случае применения в инверторе полевых транзисторов [5].

Выходной ВЧ трансформатор также является источником помех и потерь. Из-за наличия индуктивности рассеяния на его обмотках возникают выбросы напряжения, минимальные при использовании тороидального магнитопровода.

Имеет значение и размещение обмоток. Часто наиболее выгодные варианты размещения ведут к усложнению изготовления трансформатора, из-за чего не всегда удается выполнить обмотки с высоким качеством, в результате вместо улучшения будет ухудшение.

Рекомендуется также экранирование трансформатора и даже отдельных его обмоток. Однако, кроме усложнения конструкции, экраны ухудшают теплоотдачу. Такой трансформатор перегревается, а эффект экранирования заметен не всегда, поскольку обеспечить правильное заземление экрана в ряде случаев не удается.

Импульсы, поступающие на выходной выпрямитель с трансформатора, имеют значительную мощность и очень крутые фронт и спад. Вследствие этого они способны наполнить помехами

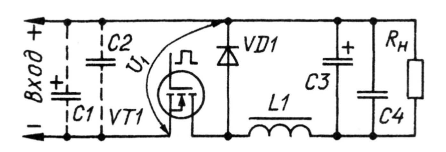


Рис. 4

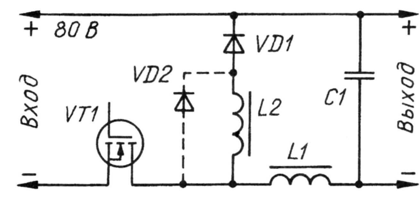


Рис. 5

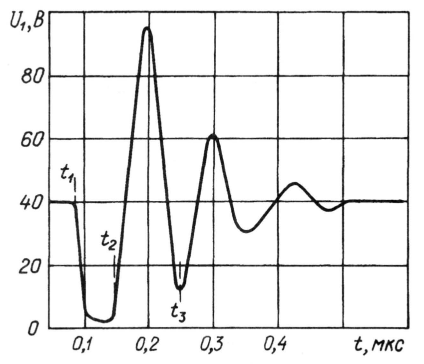


Рис. 6

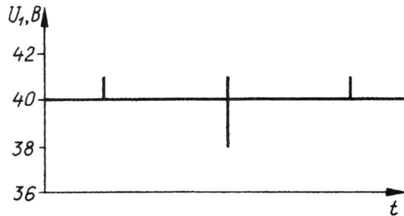


Рис. 7

тел. 207-88-18 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

и последующие, и предшествующие цепи. Наиболее очевидный способ уменьшения этих помех заключается в увеличении в разумных пределах длительности фронта и спада импульсов. Приходится искать компромисс между результирующим уровнем помех и допустимым перегреванием переключательных транзисторов.

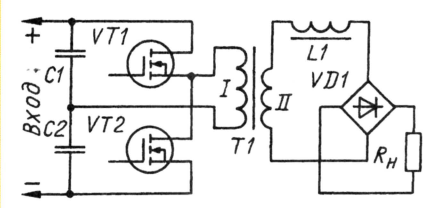


Рис. 8

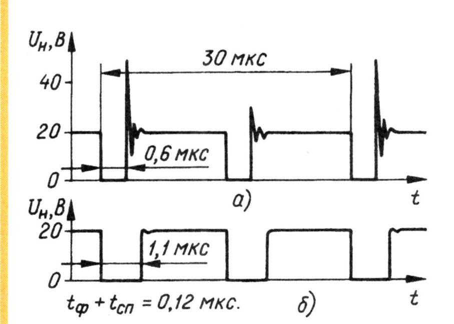


Рис. 9

Проще ту же задачу решить включением дросселя последовательно с выпрямительным мостом (**рис. 8**). Эффективность обоих решений примерно одинакова, но во втором случае импульсы на нагрузке оказываются менее искаженными. На **рис. 9**,а показана форма импульсов без дросселя, а с дросселем — на рис. 9,б. Дроссель намотан на кольцевом ферритовом магнитопроводе К12×5×5,5 М2000НМ-А; обмотка содержит 2 витка провода ПЭВ-2 диаметром 1 мм. Для наглядности на рис. 9 паузы между импульсами показаны сильно преувеличенными.

Рис. 9,б показывает, что выбросы напряжения отсутствуют, значит, интенсивность помех снизилась. Одновременно упростилась задача последующей фильтрации выпрямленного напряжения. Длительность пауз между импульсами увеличилась всего на 0,5 мкс, температура транзисторов на ощупь не повысилась, т. е. компромисс достигнут.

Напряжение с выпрямителя поступает на выходной фильтр. Были проведены эксперименты с так называемым магнитно-связанным фильтром [6]. Схема фильтра изображена на **рис. 10**. В состав фильтра входят диод VD1, двуобмоточный дроссель L1 и конденсаторы C1—C4. Дроссель намотан на кольцевом магнитопроводе МД21-14-4,5 из аморфного сплава. В магнитопроводе предусмотрен воздушный зазор. Обмотки содержат 2×4 витка провода ПЭВ-2 диаметром 1 мм. Измерения проведены при токе нагрузки 2 А.

При скромных габаритах фильтр показал очень хорошие результаты. Форма напряжения на его выходе изображена на **рис. 11**,а. Видно, что в выходном сигнале присутствуют короткие ВЧ выбросы, обусловленные наводками через эфир и паразитные связи. Поэтому в узел добавлен синфазный фильтр на дросселе L2, намотанном на

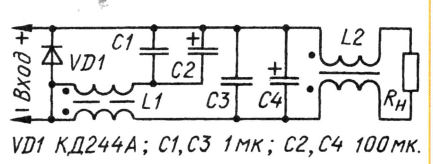


Рис. 10

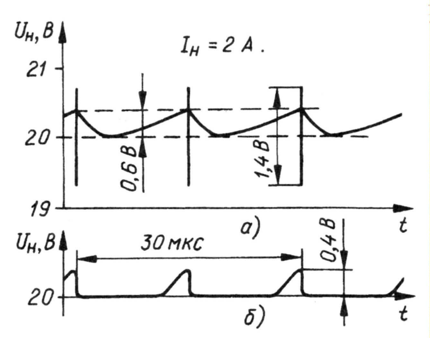


Рис. 11

ферритовом кольцевом магнитопроводе К24×12×6 М2000НМ-А. Обмотка выполнена в два провода ПЭВ-2 диаметром 1 мм в один слой до заполнения. Результат совместной работы фильтров показан на рис. 11,б.

В порядке эксперимента фильтр L2 был выполнен и на базе магнитопровода КЛ21-12-10 из аморфного сплава с высокой магнитной проницаемостью (100000). При испытании фильтр показал примерно такие же результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дорофеев М.** Ограничение зарядного тока конденсатора сетевого выпрямителя ИИП. — Радио, 2002, № 10, с. 35.

2. Снижение уровня обратных помех проводимости бестрансформаторных преобразователей напряжения.: Сб.: "Обмен производственно-техническим опытом". — М.: 1989, № 5, с. 46.

3. **Фоченков Э.** Применение малогабаритных помехоподавляющих магнитопроводов из аморфных металлических сплавов. — Радио, 2003, № 2, с. 31—33.

4. **Козельский В.** Задающие генераторы импульсных блоков питания. — Радио, 2001, № 3, с. 36, 37.

5. **Дорофеев М.** Управление полевыми транзисторами в импульсных преобразователях. — Радио, 2003, № 7, с. 29, 30.

6. Магнитно-связанный сглаживающий фильтр для импульсных регуляторов и преобразователей постоянного напряжения.: Сб.: "Электронная техника в автоматике", вып. 17. — М.: Радио и связь, 1986, с. 116.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Трехфазное реле напряжения

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Реле напряжения — устройства, срабатывающие при выходе за определенные пределы напряжения в контролируемой цепи. Предлагаемый прибор отключит трехфазную нагрузку при недопустимом отклонении от номинала напряжения в любой из фаз.

Многие современные системы кондиционирования воздуха питают от трехфазной сети. Для нормальной работы им требуется напряжение в пределах 190...250 В в каждой из фаз относительно нулевого провода. Невыполнение этого условия приводит в лучшем случае к неработоспособности оборудования, в худшем — к его повреждению.

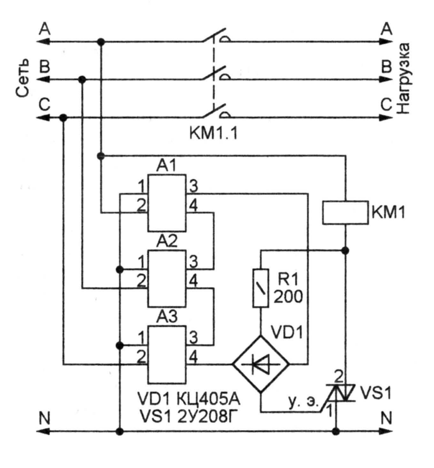


Рис. 1

Схема трехфазного реле напряжения изображена на **рис. 1**. Три его канала А1—А3 (по числу фаз) идентичны. Когда напряжение во всех фазах находится в пределах допуска, выходные цепи каналов (между выводами 3 и 4) замкнуты и в цепи управляющего электрода симистора VS1 течет ток. Симистор открывается в каждом полупериоде напряжения, питающего обмотку контактора КМ1. Сработавший контактор соединяет нагрузку с трехфазной сетью.

При недопустимом отклонении напряжения в любой из фаз будет разомкнута выходная цепь соответствующего контрольного канала и симистор перестанет открываться. Контактор отключит нагрузку от сети. При возвращении напряжения к норме питание нагрузки автоматически восстановится.

Каждый канал контроля выполнен по схеме, показанной на **рис. 2**. Напряжение, пропорциональное фазному, пониженное трансформатором Т1 и выпрямленное диодным мостом VD3, поступает на два подстроечных резистора R1 и R2, которыми устанавливают пороги срабатывания устройства. Двухпороговый компаратор напряжения выполнен на элементе ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ микросхемы DD1. Напряжение питания микросхемы получено из выходного напряжения измерительного выпрямителя с помощью параметрического стабилизатора на стабилитроне VD4. Стабилитроны VD1, VD2 защищают входы микросхемы от случайного превышения напряжением на них питающего, что может вывести микросхему из строя.

При фазном напряжении в пределах допуска и правильной установке подстроечных резисторов R1 и R2 напряжение на одном из входов элемента DD1.1 ниже, а на другом — выше порога переключения соответствующего входа, приблизительно равного половине напряжения питания микросхемы. Заметим, что входы элемента равнозначны, поэтому не имеет значения, на каком из них низкий, а на каком высокий уровень. В этом состоянии напряжение на выходе элемента близко к напряжению питания, транзистор VT1 открыт и через излучающий диод оптрона U1 течет ток. Открыт и фотодинистор оптрона, замыкающий выходную цепь узла.

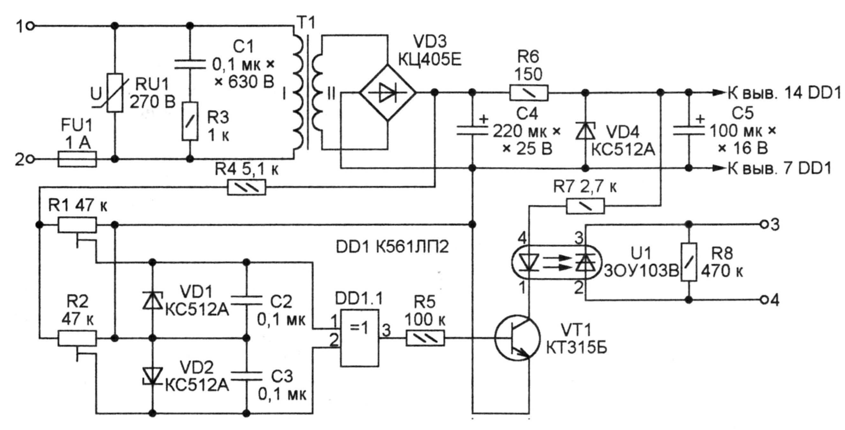


Рис. 2

Если фазное напряжение меньше допустимого, уровни на обоих входах элемента DD1.1 ниже пороговых. Напряжение на выходе элемента близко к нулевому, транзистор VT1 закрыт, а выходная цепь узла контроля разомкнута закрытым фотодинистором оптрона. Аналогична ситуация и при фазном напряжении выше допустимого, так как логически высоким уровням на двух входах элемента DD1.1 тоже соответствует низкий уровень на его выходе.

Поскольку контрольное напряжение формирует двухполупериодный выпрямитель, устройство чувствительно к изменению амплитуды любого полупериода переменного напряжения.

В приборе можно использовать любые малогабаритные понижающие трансформаторы с напряжением 7...10 В на вторичной обмотке, транзисторы — серий КТ315, КТ3102 или другие маломощные структуры n-p-n с коэффициентом передачи тока базы не менее 80. Варистор RU1 — *NR10D271K, *NR14D271K или другой с классификационным напряжением 270 В. Неиспользуемые входы элементов микросхемы DD1 следует соединить с ее выводом 7.

Налаживание канала контроля заключается в установке нижнего и верхнего порогов срабатывания. Это делают подстроечными резисторами R1 и R2, устанавливая нужные значения контролируемого напряжения, например, с помощью регулируемого автотрансформатора. Практически удается добиться срабатывания при отклонении напряжения от номинала всего на 1 %. На время регулировки одного из каналов в составе собранного трехфазного реле следует соединить перемычками выводы 3 и 4 двух других каналов.

Контактор КМ1 (см. рис. 1) — КМИ-2251-М7 с номинальным коммутируемым током 25 А. В зависимости от мощности нагрузки возможно применение и других контакторов с катушкой управления на 230 В (индекс М7 в обозначении контакторов серии КМИ).

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

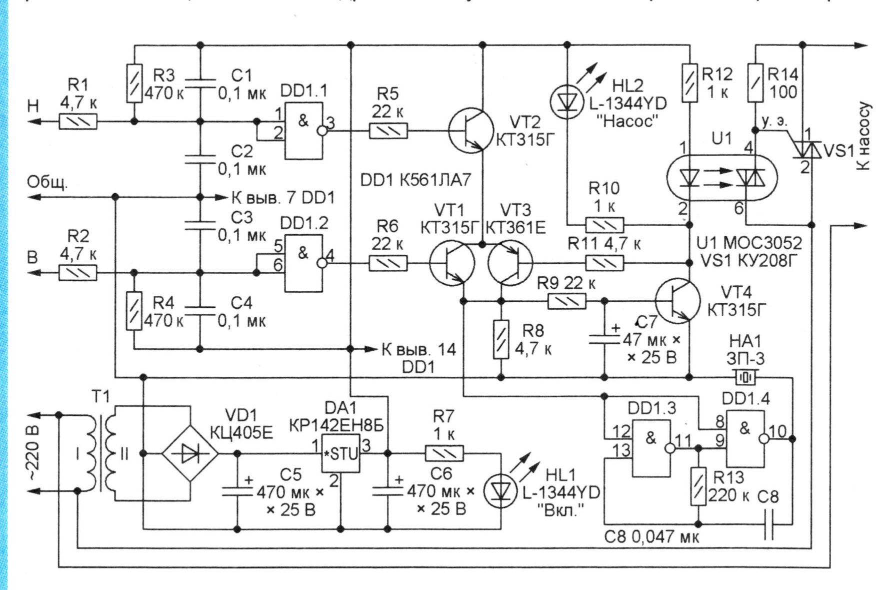
тел. 208-28-38 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Автомат для откачки грунтовых вод

А. НАТНЕНКОВ, г. Каргат Новосибирской обл.

Предлагаемый автомат предназначен для удаления из подвалов и погребов воды, появляющейся там, как правило, с наступлением весеннего паводка. Прибор управляет однофазным двигателем насоса с рабочим напряжением 220 В и мощностью 300 Вт, но к нему несложно подключить и трехфазный двигатель.

Схема автомата изображена на **рисунке**. Для контроля количества воды в погребе должны быть установлены датчики ее нижнего (Н) и верхнего (В) уровней. В изготовленном автором автомате датчиками служат два прутка диаметром 6 мм из нержавеющей стали, закрепленные на текстолитовой пластине толщиной 10 мм. Третий провод (общий) — закопанное в землю старое стальное оцинкованное ведро.



На элементах DD1.1, DD1.2 собраны формирователи сигналов датчиков. Транзисторы VT1, VT2 образуют логический элемент И, а транзисторы VT3 и VT4 — триггер-защелку, в выходную цепь которого включен светодиод оптосимистора U1, управляющего более мощным симистором VS1. Последний включают в цепь питания однофазного двигателя насоса или в цепь управления электромагнитным пускателем трехфазного двигателя.

Предположим, что вода в контролируемом объеме отсутствует или ее уровень ниже обоих датчиков. В этом случае напряжение на входах элементов DD1.1 и DD1.2 высокое (соответствует лог. 1), а на их выходах — низкое (лог. 0). Все транзисторы и симисторы закрыты, насос выключен.

Как только вода достигнет датчика Н, лог. 1 на входе элемента DD1. 1 сменится на лог. 0, а лог. 1 на его выходе приведет к открыванию транзистора VT2. Однако до тех пор, пока вода не достигнет датчика В, транзистор VT1 останется закрытым, а насос — выключенным.

По достижении водой датчика В лог. 0 на выходе элемента DD1.2 сменит лог. 1 и транзистор VT1 будет открыт. Напряжение с эмиттера этого транзистора через цепь задержки R9C7 поступит на базу транзистора VT4 и откроет его. Через излучающий диод оптосимистора U1 потечет ток, что приведет к включению насоса.

Насос продолжит работать и после того, как уровень воды опустится ниже датчика В и транзистор VT1 будет закрыт. Это произойдет благодаря тому, что установленное на коллекторе транзистора VT4 близкое к нулевому напряжение откроет p-n-p транзистор VT3, участок коллектор—эмиттер которого подключен параллельно такому же участку транзистора VT1. Откачка воды будет закончена, когда ее уровень опустится ниже датчика Н, что приведет к закрыванию транзистора VT2 и переходу автомата в исходное состояние с выключенным насосом.

В автомате предусмотрена световая (светодиодом HL1) и звуковая (с помощью генератора на элементах DD1.3, DD1.4 и пьезоизлучателя звука HA1) сигнализация работы насоса. Если в ней нет необходимости, соответствующие узлы можно исключить. А чтобы звук сигнализировал только о превышении водой верхнего уровня, соедините выводы 8 и 12 микросхемы DD1 с ее выводом 4, отключив их от точки соединения эмиттера транзистора VT1 и коллектора транзистора VT3 с резисторами R8 и R9.

Резисторы R1, R2 и конденсаторы C1—C4 образуют фильтры, подавляющие помехи, наведенные на провода, соединяющие датчики с автоматом. При высоком уровне помех можно дополнительно защитить входы элементов DD1.1, DD1.2 ограничительными диодами или стабилитронами с напряжением стабилизации 10...12 В.

Резисторы R3 и R4 при разомкнутых контактах датчиков поддерживают на входах логических элементов уровни напряжения, соответствующие лог. 1. Цепь задержки R9C6 необходима для того, чтобы насос не включался и выключался хаотически при случайных срабатываниях датчиков, когда уровень воды колеблется вблизи них.

Вместо микросхемы К561ЛА7 в автомат можно установить любую из аналогичных отечественных или импортных микросхем, например CD4011. Импортный эквивалент интегрального стабилизатора КР142ЕН8Б — 7812. Транзисторы подойдут любые маломощные соответствующей структуры.

Если мощность насоса превышает 300 Вт, для симистора КУ208Г должен быть предусмотрен теплоотвод. Для управления трехфазным двигателем необходим магнитный контактор с рабочей обмоткой на 220 В, которую подключают вместо однофазного двигателя.

Автомат можно легко переделать в устройство поддержания уровня воды в водонапорной башне (расширителе). Для этого достаточно заменить транзисторы VT1, VT2 другими с противоположной структурой (p-n-p), поменяв местами их коллекторы и эмиттеры. Поменяются местами и датчики. Тот, что подключен к резистору R1, станет верхним, а к резистору R2 — нижним.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2006

Прибор для прослушивания ультразвука

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Человек не может слышать звук частотой более 20...22 кГц (его называют ультразвуком). А иметь такую возможность было бы очень полезно при наблюдении за жизнью животных, способных издавать и слышать ультразвуковые сигналы, или при проверке дефектоскопов, моющих и других устройств, использующих ультразвук. В этом может помочь преобразователь, переносящий ультразвуковые сигналы в полосу частот слышимого звука.

Само по себе преобразование частоты хорошо известно и широко используется в супергетеродинных приемниках, сочетающих широкий диапазон частоты принимаемых сигналов с их уверенным отделением от помех (фильтрацией) и устойчивым усилением на одной, называемой промежуточной, частоте. Это означает, что для переноса ультразвуковых сигналов в звуковой диапазон можно с успехом применить используемые в радиоприемниках схемные решения и элементную базу.

Схема предлагаемого прибора для прослушивания ультразвуковых сигналов показана на **рис. 1**. Его основа — микросхема К174ХА10, содержащая все узлы супергетеродинного приемника: усилитель высокой частоты, смеситель с гетеродином, усилитель промежуточной частоты, амплитудный детектор и усилитель звуковой частоты. Микросхема включена в основном по типовой схеме, но усилитель промежуточной частоты с детектором не используются. Сигнал с выхода смесителя подан прямо на вход усилителя звуковой частоты.

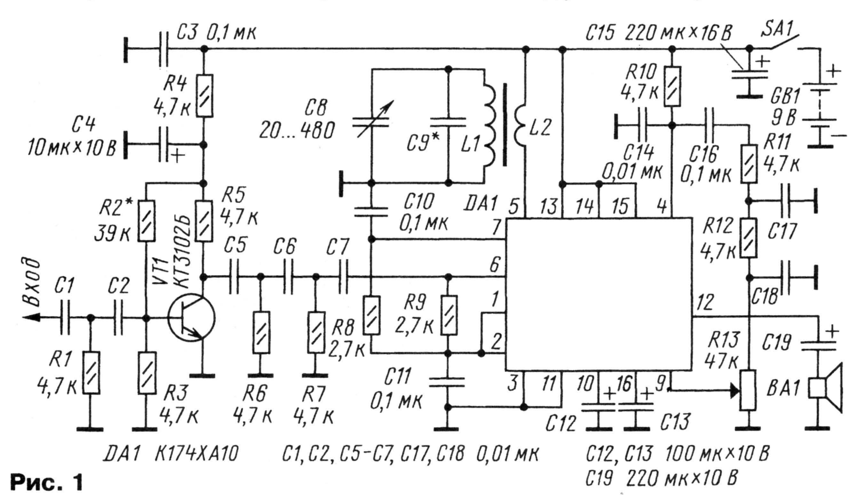


Рис. 1

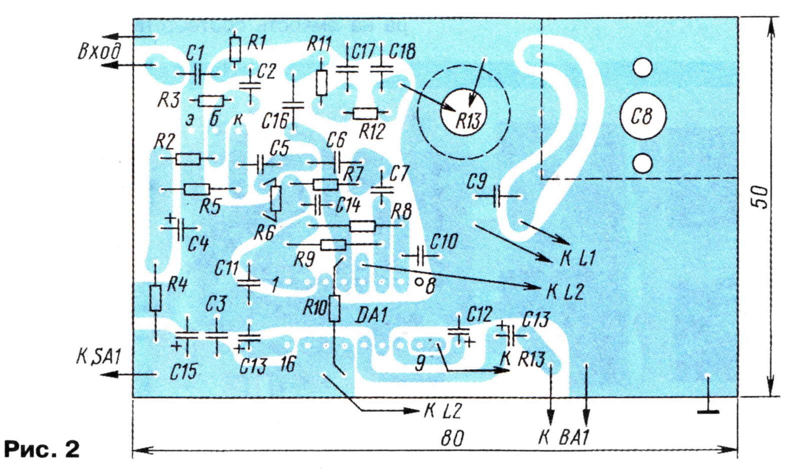


Рис. 2

На малошумящем транзисторе VT1 собран предварительный усилитель ультразвуковой частоты. На его входе и выходе установлены фильтры верхних частот (соответственно C1R1C2 и C5R6C6R7C7), подавлящие сигналы частотой ниже 20 кГц. Усиленный и отфильтрованный сигнал поступает на вход усилителя высокой частоты (вывод 6 микросхемы) и далее на ее смеситель. Колебательный контур гетеродина L1C8C9 перестраивают конденсатором переменной емкости C8 в диапазоне приблизительно от 25 до 50 кГц. При этом возможны два варианта настройки на один и тот же ультразвуковой сигнал: при частоте гетеродина на несколько килогерц ниже или выше его частоты.

Собственно гетеродин связан с этим контуром с помощью катушки связи L2. Сигнал разностной частоты выделяется на резисторе R10 и через фильтр нижних частот C14R11C17R12C18 с частотой среза 4...5 кГц поступает на регулятор громкости (переменный резистор R13), а затем — на вход усилителя звуковой частоты микросхемы. После усиления его прослушивают через динамическую головку BA1.

Большинство деталей прибора размещено на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, изображенной на **рис. 2**. Она рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ или С2-23 указанной на схеме мощности, керамических конденсаторов К10-17 и оксидных К50-35. Переменный резистор R13 — СПО или серии СП4. Переменный конденсатор C8 — сдвоенный от карманного приемника. Две его секции емкостью 10...240 пФ соединены параллельно. Если уровень собственного шума прибора не критичен, транзистор КТ3102Б можно заменить любым другим той же серии или серии КТ342.

Катушка L1 — 500 витков провода ПЭВ-2 0,12. Поверх нее намотаны еще 50 витков того же провода — это катушка L2. Каркас с обмотками помещен в броневой магнитопровод Б26 из феррита М2000НМ1 с немагнитным зазором. Можно использовать и другие магнитопроводы, в том числе кольцевые, необходимо лишь обеспечить индуктивность катушки L1 в пределах 80...100 мГн и сохранить отношение числа витков катушек L1 и L2 равным 10:1.

Смонтированную плату помещают в корпус подходящего размера, в нем же устанавливают динамическую головку (любую мощностью 0,25...1 Вт и сопротивлением 8...16 Ом).

Налаживание прибора начинают с проверки режима транзистора VT1. Подбирая резистор R2, устанавливают на коллекторе транзистора напряжение 2...2,5 В. Затем проверяют работоспособность гетеродина и проводят "укладку" диапазона его перестройки. Лучше всего это делать, контролируя частоту гетеродина по частотомеру. Если такого прибора нет, можно подать на базу транзистора VT1 сигнал от генератора, шкала которого проградуирована в требуемом диапазоне. Заодно будет проверена и чувствительность, в авторском экземпляре прибора она была около 200 мкВ.

Чтобы сдвинуть диапазон перестройки вверх или вниз, придется отматывать или доматывать витки катушки L1. Излишне широкий диапазон сужают, увеличивая емкость конденсатора C9, слишком узкий — расширяют, уменьшая его емкость.

Совместно с устройством желательно применять микрофон, специально предназначенный для приема ультразвука. Однако с худшей чувствительностью будет работать и обычный электретный или динамический. Не забудьте подать на электретный микрофон напряжение питания.

Редактор — А. Долгий, графика — Ю. Андреев

Управление люстрой с четырьмя лампами

С. ГЛИБИН, г. Москва

Предлагаемое устройство позволяет с помощью обычного выключателя с одной парой контактов управлять люстрой с четырьмя лампами, включая одну, две, три или все четыре. Его схема показана на **рис. 1**.

При первом после продолжительного (более 15 с) отключения замыкании контактов выключателя SA1 будет включена только лампа EL1, на которую сетевое напряжение подается непосредственно. Пульсирующее напряжение, поступающее с диодного моста VD2 через резистор R1, ограничено стабилитроном VD1 до 12 В. Почти до этого значения через диод VD4 будет заряжен конденсатор C1. Снимаемое с него напряжение питает микросхемы DD1 и DD2. Импульс, формируемый дифференцирующей цепью R4C3 в процессе нарастания питающего напряжения, устанавливает триггеры микросхемы DD1 в исходное состояние с низкими логическими уровнями на выходах 1 и 13. В результате полевые транзисторы VT1 и VT2 остаются закрытыми, а лампы EL2—EL4 — выключенными. Так как конденсатор C2 не успевает заметно зарядиться в паузах между импульсами частотой 100 Гц, поступающими через диод VD3, уровень на счетном входе триггера DD2.1 остается низким. Состояние триггеров, а с ними и ламп EL2—EL4 не изменяется.

Если разомкнуть контакты выключателя SA1, напряжение на стабилитроне VD1 упадет до нуля, но на конденсаторе C1 оно некоторое время будет оставаться почти неизменным, продолжая питать микросхемы. Через 30 мс, требующихся для зарядки конденсатора C2 до уровня переключения элемента DD1.1, состояние всей цепочки элементов DD1.1—DD1.3 изменится на противоположное. Нарастающим перепадом уровня на входе C триггер DD2.1 будет переведен в состояние с высоким уровнем на выходе 1.

При последующем замыкании выключателя SA1 напряжение на не успевшем заметно разрядиться конденсаторе C1 возрастет незначительно и импульс начальной установки триггеров сформирован не будет. Вследствие этого, кроме лампы EL1, загорится и лампа EL2, цепь питания которой будет замкнута открытым транзистором VT1.

Еще одно кратковременное размыкание выключателя возвратит триггер DD2.1 в прежнее состояние, но высокий уровень будет установлен на выходе 13 триггера DD2.2. Будут включены три лампы — EL1, EL3 и EL4. И наконец, третий щелчок выключателя включит все четыре лампы. Далее цикл повторяется.

Необходимая для управления люстрой продолжительность размыкания контактов выключателя может находиться в интервале от 30 мс приблизительно до 15 с, что очень просто выдержать вручную. Если устройство остается выключенным более длительное время, достаточное для полной разрядки конденсатора C1 током, потребляемым микросхемами и текущим через резистор R3, то при включении триггеры перейдут в исходное состояние и загорится только одна лампа люстры.

Продолжительность выключения люстры, необходимую для возврата в исходное состояние, можно уменьшить или увеличить, соответственно изменив номинал резистора R3. Предел ее увеличения зависит от тока, потребляемого микросхемами, и от тока утечки конденсатора C1.

В устройстве могут быть применены резисторы и конденсаторы любого типа. Номиналы элементов цепей R2C2, R3C1 и R4C3 можно уменьшать или увеличивать в несколько раз, но так, чтобы произведение сопротивления резистора на емкость соответствующего конденсатора (постоянная времени) оставалось неизменным.

Полевые транзисторы с изолированным затвором VT1, VT2 и диодный мост VD2 должны выдерживать напряжение не менее 400 В и возникающий при включении ламп накаливания бросок тока, в несколько раз превышающий его номинальное значение. Указанные на схеме мост КВРС104 и транзисторы BUZ90A позволяют управлять люстрой с лампами мощностью не более 60 Вт. Вместо диодов КД522Б подойдут другие маломощные кремниевые.

Рис. 1

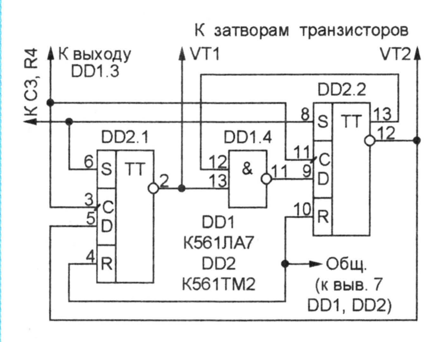


Рис. 2

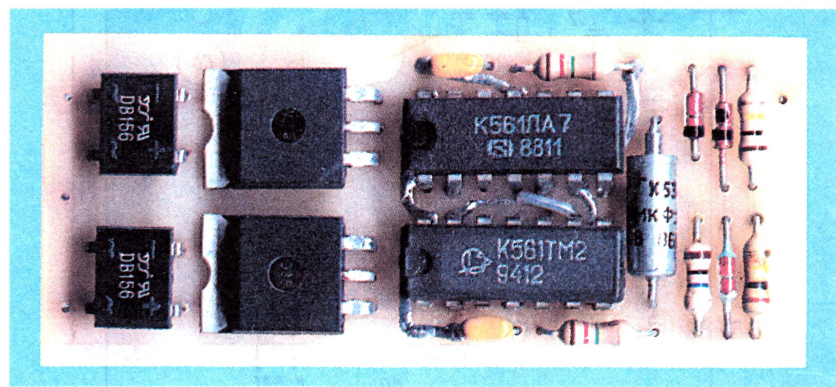


Рис. 3

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2006

Микросхемы К561ЛА9 и К561ТМ2 можно заменять их функциональными аналогами из других серий микросхем структуры КМОП, как отечественных, так и импортных. При использовании микросхем серии К176, рассчитанных на напряжение питания 9 В, стабилитрон КС212Ж нужно заменить на Д814Б или другой с близким к 9 В напряжением стабилизации. Вполне допустима замена микросхем другими, содержащими достаточное число логических элементов — инверторов и счетных триггеров. Но схему устройства придется, конечно, соответствующим образом изменить.

На **рис. 2** изображена схема триггерного узла устройства управления для люстры с тремя лампами (отсутствует лампа EL4). Благодаря элементу DD1.4 исключено состояние, в котором лампа EL3 включена, а лампа EL2 — нет. Место элементов микросхемы К561ЛА9 (DD1.1—DD1.3, см. рис. 1) заняли три элемента микросхемы К561ЛА7.

Внешний вид именно такого варианта устройства управления показан на **рис. 3**. Установленные здесь два диодных моста DB156 соединены параллельно для увеличения допустимого импульсного тока. Чертеж печатной платы не приводится, так как значительная часть соединений выполнена навесными проводами.

До установки в люстру изготовленное устройство следует проверить на работоспособность. Рекомендуется делать это при пониженном до безопасного значения напряжении, подаваемом через трансформатор. Лампы на 220 В можно временно заменить низковольтными мощностью несколько ватт или использовать вместо них резисторы соответствующего сопротивления и мощности. На время налаживания параллельно резистору R1 временно подключите еще один, сопротивлением 1 кОм, только не забудьте его удалить прежде, чем подавать напряжение 220 В по окончании проверки.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

Сигнализатор нарушения освещения

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

Этот прибор предназначен для контроля исправности освещения в местах общего пользования. Он подает звуковой сигнал при перегорании лампы накаливания, обрыве идущих к ней проводов, а также при отсутствии лампы в патроне. Вариантов применения сигнализатора много. Его можно установить в подъезде жилого дома, в туалете или у входа в гараж для предотвращения хищения ламп накаливания.

Отличительная особенность предлагаемого устройства — непрерывный контроль, оно срабатывает как при замкнутом, так и при разомкнутом выключателе освещения. Для этого через лампу пропущен слабый дежурный ток, недостаточный для ее свечения и не увеличивающий заметно расход электроэнергии. При повреждении или удалении лампы, а также при обрыве идущих к ней проводов ток прекращается. Обнаружив это, исполнительное устройство сигнализатора включает звуковой сигнал. Имеется узел ограничения длительности сигнала, нужный для того, чтобы не мешать окружающим, если немедленный ремонт освещения невозможен.

К сожалению, предлагаемый сигнализатор не подходит для одновременного контроля исправности нескольких соединенных параллельно ламп, управляемых одним выключателем. Если такой контроль все-таки необходим, можно вместо ламп на 220 В применить лампы на меньшее напряжение, соединив их последовательно. Например, можно контролировать одновременно шесть ламп на 36 В. Все они должны быть одинаковой мощности.

Схема сигнализатора показана на **рис. 1**. При замкнутом выключателе SA2 переменное напряжение 220 В через ограничивающий бросок тока резистор R2 и гасящий конденсатор C1 поступает на однополупериодный выпрямитель из стабилитрона VD5 и диода VD6. Конденсатор C2 сглаживает пульсации. Выходное напряжение выпрямителя — 9 В. Интегральный стабилизатор DA1 уменьшает его до 5 В, необходимых для питания микросхем.

Дежурный ток через контролируемую лампу EL1 задан резистором R1. Положительные полупериоды этого тока текут через излучающий диод оптрона U1, отрицательные — через диод VD1. При замкнутом выключателе SA1 ток лампы возрастает до номинального, но диодная цепь VD2—VD4 и резистор R3 ограничивают до безопасных значений напряжение, подаваемое на излучающий диод, и текущий через него ток.

Пока лампа исправна, интенсивность следующих с частотой 50 Гц вспышек излучающего диода оптрона U1 достаточна для открывания имеющегося в оптроне фототранзистора независимо от положения выключателя SA1. Снимаемые с эмиттера фототранзистора импульсы через диод VD7 заряжают конденсатор C3. Полученное постоянное напряжение удерживает открытым транзистор VT1. Триггер Шмитта на элементах DD1.1, DD1.2 находится в состоянии с низким логическим уровнем на выходе элемента DD1.2, а триггер DD2.1 — в состоянии с таким же (низким) уровнем на прямом выходе (выв. 13). Работа мультивибратора на элементах DD1.3, DD1.4 заблокирована, поэтому на управляющем электроде симистора VS1 отсутствуют открывающие импульсы. Симистор закрыт, цепь питания звонка HA1 разомкнута.

При обрыве в контролируемой цепи дежурный или рабочий ток через нее прекращается. Фототранзистор оптрона U1 более не открывается. Как только конденсатор C3 разрядится до напряжения, при котором закроется транзистор VT1 и переключится триггер Шмитта, нарастающим перепадом напряжения на входе C триггер DD2.1 будет переведен в состояние, противоположное исходному. Высокий уровень на его прямом выходе разрешит работу мультивибратора, генерируемые им и усиленные транзисторами VT2 и VT3 импульсы частотой около 1000 Гц (она зависит от номиналов резистора R12 и конденсатора C7) поступят на управляющий электрод симистора VS1, открывая его. Открытый симистор включит звонок HA1.

С установкой высокого уровня на прямом выходе триггера DD2.1 начнется зарядка конденсатора C6 через резистор R11. При указанных на схеме номиналах этих элементов приблизительно через 5 с напряжение на конденсаторе достигнет уровня переключения триггера по входу R. Триггер вернется в исходное состояние, остановив мультивибратор и выключив этим звонок. Конденсатор C6 будет разряжен через диод VD8.

Детали сигнализатора (за исключением выключателей и резистора R1) расположены на односторонней печатной плате, изображенной на **рис. 2**. Она сделана из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2...2,5 мм и рассчитана на установку любых постоянных резисторов указанной на схеме мощности. Конденсатор C1 — К73-17, C2 и C6 — К50-35, остальные — пленочные или керамические любого типа. Входы оставшегося неиспользованным триггера микросхемы DD2 (выводы 3—6) соединены с минусом ее питания. Вывод 2 (резьбовой) симис-

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2006

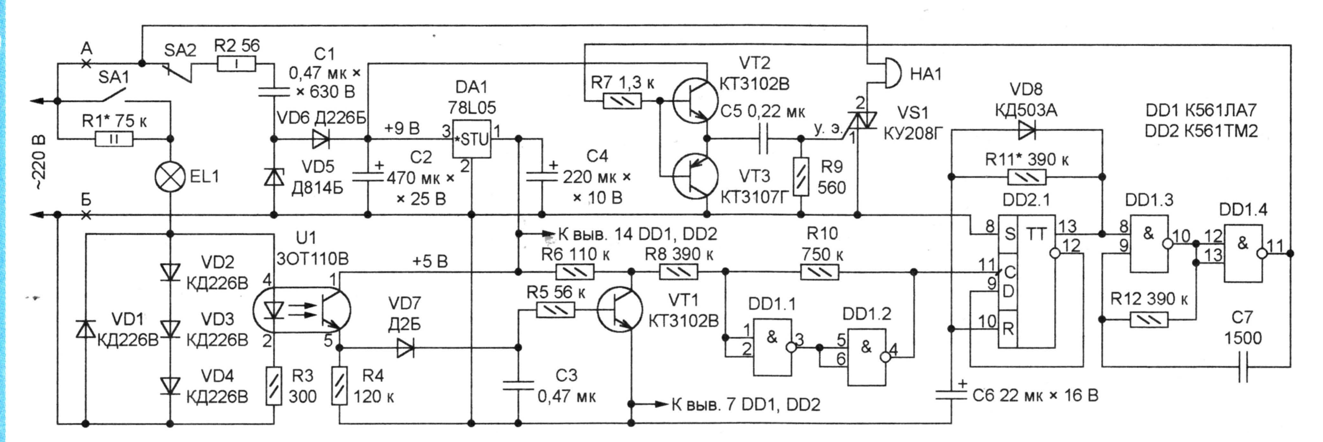
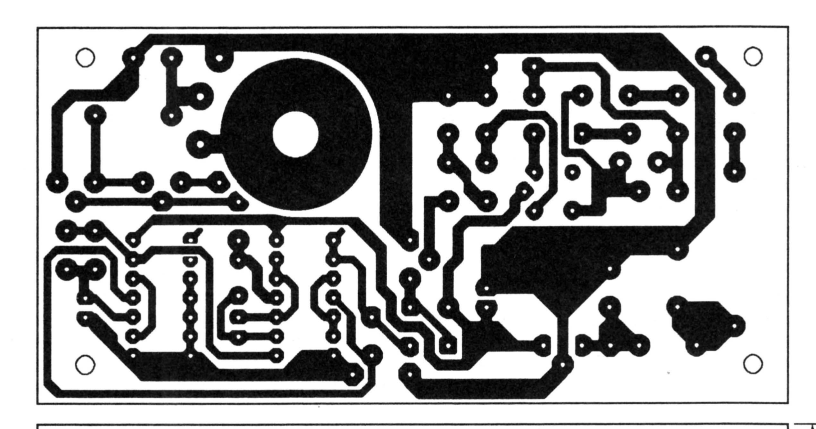


Рис. 1



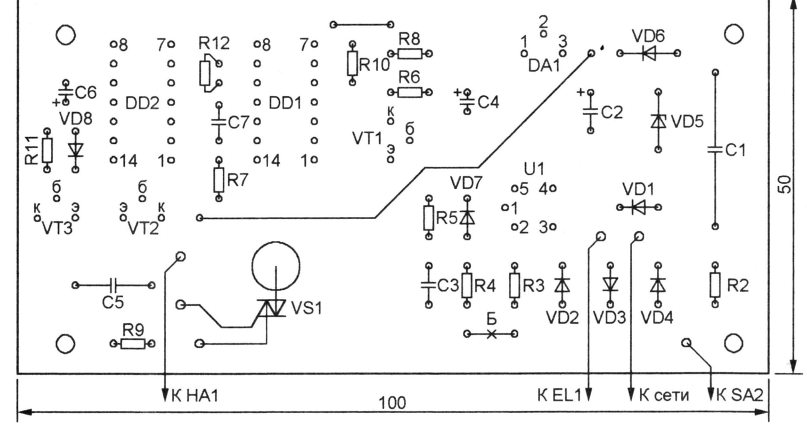


Рис. 2

тора КУ208Г вставлен в предусмотренное для него отверстие платы и закреплен в нем гайкой, под которую для надежного контакта рекомендуется подложить обычную и пружинную шайбы.

Готовую плату желательно покрыть в два-три слоя влагозащитным лаком. Особенно важно это сделать, если прибор предполагается установить на открытом воздухе или в подъезде, где случаются большие перепады температуры, а влажность воздуха нередко повышена.

Выключатель SA1 — обычный бытовой для скрытой или открытой проводки, пригодный для управления лампой накаливания на напряжение 220 В. Мощность лампы — не более 200 Вт, иначе могут не выдержать диоды VD1—VD4. Резистор R1 устанавливают непосредственно на контактах выключателя. Во избежание перегрева резистора и деталей выключателя в корпусе последнего рекомендуется сделать несколько вентиляционных отверстий.

Выключатель SA2 — любой малогабаритный, рассчитанный на напряжение 220 В. Им можно выключать сигнализатор на время "плановой" замены лампы или ремонта электропроводки. Если в этом нет необходимости, от выключателя SA2 можно отказаться.

Звонок HA1 должен быть рассчитан на питание переменным напряжением 220 В. Конечно, вместо него можно применить сигнальную лампу или даже включить в коммутируемую симистором цепь подготовленный к воспроизведению магнитофон, из громкоговорителя которого при срабатывании сигнализатора прозвучит заранее записанная фраза.

Диоды КД226В можно заменить на КД226Г или КД226Д. В качестве VD6 подойдет и маломощный диод, например, серии КД521 или КД522. Заменой транзисторов КТ3102В и КТ3107Г могут стать другие транзисторы тех же серий, а если немного откорректировать рисунок проводников печатной платы, то и распространенные транзисторы серий КТ315, КТ361 (с учетом их структуры). Вместо транзисторного оптрона специального назначения 3ОТ110В можно установить его аналог широкого применения АОТ110В. Подойдут и другие оптроны этих серий.

Собранный без ошибок и из исправных деталей сигнализатор обычно не требует налаживания. Изменить продолжительность звукового сигнала можно подбором сопротивления резистора R11 или емкости конденсатора C6. Нечеткое срабатывание триггера Шмитта (элементы DD1.1, DD1.2) можно устранить подключением параллельно резистору R10 конденсатора емкостью 430 пФ.

Не забывайте, что устройство гальванически связано с сетью 220 В. Поэтому любые монтажные работы выполняйте только после его полного отключения от сети. Если возникнет необходимость проверить работу устройства с помощью осциллографа или другого измерительного прибора, необходимо разорвать связь с сетью в точках, обозначенных на схеме (см. рис. 1) буквами А и Б, и подать питание — постоянное напряжение 9 В от любого стабилизированного источника — непосредственно на выводы конденсатора C2. Оптическая связь датчика текущего через лампу тока с логическими узлами сигнализатора при этом останется действующей, а вот звонок включаться не будет. Срабатывание сигнализатора придется контролировать по появлению импульсов частотой 1000 Гц на выходе элемента DA1.4 и на управляющем электроде симистора.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Пусковое устройство

В. ЖДАНОВ, г. Кисловодск Ставропольского края

Запуск двигателя автомобиля в нормальных условиях трудности не представляет, поэтому мало у кого из автомобилистов в гараже есть пусковое устройство. Иное дело, когда машина основательно промерзла, двигатель давно не запускался, не обкатан, ну и, конечно, если аккумуляторная батарея заряжена не полностью. Эти трудности легко преодолимы с помощью пускового устройства, описанного ниже.

Стартовый электродвигатель (стартер) автомобиля, несмотря на сравнительно малые размеры, имеет внушительные электрические и тяговые характеристики. Например, стартер автомобиля "Москвич-412" обладает номинальной мощностью 1,8 л. с., током холостого хода порядка 85 А, а максимальный ток при нагрузке 1,6 кГс·м достигает 500 А.

Реально при запуске автодвигателя в первый момент ток стартера приближается к максимальному значению, а затем снижается до 100...150 А. Рекомендуемый режим запуска — повторно-кратковременный. Продолжительность одной попытки обычно не превышает 5 с. Новую попытку запуска рекомендуют предпринимать лишь через 15...20 с.

В отличие от устройства, описанного в одноименной статье С. Гурова в "Радио", 2003, № 11, с. 44, 45, предлагаемое рассчитано только на совместную с аккумуляторной батареей автомобиля работу, поэтому имеет гораздо меньшую мощность, а значит, габариты и массу. Важно заметить, что во избежание выхода из строя диодов выпрямительного узла генератора автомобиля не допускается работа генератора с отключенной батареей.

Пусковое устройство помогает батарее, во-первых, вращать ротор стартера и, во-вторых, поддерживать на должном уровне напряжение бортовой сети. Чтобы эта помощь была существенной, устройство должно иметь достаточную мощность и в то же время быть компактным и легким, чтобы в необходимых случаях его можно было бы возить с собой.

Пусковое устройство оказалось очень простым и в схемном, и в конструктивном отношениях. Его сможет изготовить даже малоопытный радиолюбитель. К вторичным обмоткам II—IV сетевого трансформатора Т1 (см. схему на **рисунке**) подключены параллельно три двуполупериодных выпрямителя — VD1VD2, VD3VD4 и VD5VD6.

При расчете напряжения вторичной обмотки трансформатора учитывают рабочее напряжение двенадцативольтной батареи в стартерном режиме — 10,5 В и падение напряжения на внутреннем сопротивлении выпрямителя. В рассматриваемом случае, имея в виду малое внутреннее сопротивление двуполупериодного выпрямителя, потеря напряжения на нем незначительна и ею можно пренебречь.

Выходное напряжение пускового устройства, не нагруженного стартером, незначительно превышает напряжение бортсети автомобиля и поэтому не может вывести из строя приборы и устройства автомобиля, включенные при запуске двигателя. Следовательно, нет необходимости отключать устройство в паузах между попытками запуска двигателя и немедленно после начала его работы. В паузах оно обеспечивает подзарядку батареи током, не вызывающим ее разрушения.

Примененное схемное решение позволяет соединять параллельно необходимое число секций вторичной обмотки сетевого трансформатора, используя при этом обмоточный провод меньшего диаметра и диоды с меньшим рабочим током, которые дешевле и доступнее мощных.

VD1—VD6 Д132-50-1.

В устройстве применен трансформатор с магнитопроводом ШЛ40×50 (мощностью 400 Вт). Первичная обмотка содержит 330 витков провода ПЭВ-2 0,8, а вторичная состоит из трех секций по 44 витка, намотанных проводом ПЭЛО 1,8, каждая с отводом от середины.

Вместо Д132-50-1 подойдут диоды Д131-50-1 — они отличаются только конструкцией анодного вывода. Все шесть диодов установлены на общем теплоотводе без изолирующих прокладок. Он представляет собой пластину размерами 250×200 мм и толщиной 5 мм из алюминиевого сплава. Пластину от корпуса можно не изолировать; допустимо использовать корпус в качестве теплоотвода. При повторно-кратковременном режиме работы устройство обеспечивает ток около 75 А при работе стартера и 5...10 А при подзарядке батареи во время паузы.

Для сборки трансформатора подойдут трансформаторы от старой аппаратуры, например, ТС-360м или СТ-320 от ламповых телевизоров. Например, из двух комплектов магнитопроводов ПЛ28×50 от ТС-360м получится один сечением 28×100 мм. При большем сечении магнитопровода можно уменьшить число витков обмоток, увеличить диаметр обмоточного провода и соответственно увеличить габаритную мощность трансформатора. Методика расчета — типовая.

При монтаже секции вторичной обмотки трансформатора нужно обязательно фазировать, как это показано на схеме. Если выводы начала, конца и отвода каждой секции при изготовлении катушки разметить, т. е. использовать провода с изоляцией трех цветов, никаких затруднений не возникнет.

Пусковое устройство соединяют с выводами аккумуляторной батареи автомобиля гибкими, хорошо изолированными медными проводами сечением не менее 18 мм^2 с пружинными зажимами на концах. Длина проводов должна быть возможно меньшей. Провода и зажимы необходимо маркировать так, чтобы ни при каких условиях не произошло ошибки в полярности подключения устройства.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

КАВЫЕВ А. Светодиодный фонарь с регулируемой яркостью и режимом "Маяк". — Радио, 2006, № 2, с. 45, 46.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**,а, а расположение деталей на ней (в масштабе М2:1) — на рис. 1,б. Изготавливают плату из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. На ней устанавливают все детали, кроме переменного резистора R3, трансформатора Т1 и дросселя L1. Плата рассчитана на применение резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа. Непосредственно к печатным проводникам припаивают и выводы микросхемы DD1 и транзисторов VT1—VT3. Перед монтажом выводы микросхемы в местах перехода от широких частей к узким отгибают в разные стороны с таким расчетом, чтобы отогнутые части стали параллельными плате, после чего их укорачивают до 1...2 мм. Выводы транзисторов сгибают под прямым углом в непосредственной близости от корпуса и укорачивают с таким расчетом, чтобы после пайки корпусы не выступали за плоскость корпуса микросхемы.

Светодиоды EL1—EL6 монтируют на противоположной стороне платы с двумя печатными концентрическими проводниками (их контуры показаны тонкими линиями). Выводы анодов светодиодов припаивают к "пятачку" диаметром 11 мм в центре платы, выводы катодов — к охватывающему его кольцевому проводнику с внутренним диаметром 15 мм. С печатным проводником общего провода на противоположной стороне платы его соединяют проволочной перемычкой, пропущенной через отверстие, помеченное на рис. 1,б четырьмя белыми точками. Для соединения стока транзистора VT3 с анодами светодиодов используют отрезок изолированного монтажного провода, пропущенный через отверстие, расположенное справа от печатного проводника, к которому припаян вывод истока.

Трансформатор 4 (рис. 1,в) и дроссель 13 устанавливают на круглой пластине 3 из гетинакса или стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Для крепления используют ввинченные в ее резьбовые отверстия винты 11 (М2×10) с подложенными под их головки текстолитовыми шайбами 12. К печатной плате 1 эту пластину крепят двумя такими же винтами, пропущенными через пластмассовые трубчатые стойки 2 и ввинченными в резьбовые отверстия в плате.

Диск 10 с контактом 9 (для соединения с плюсовым выводом элемента питания 8) и токопроводящим ободком (для соединения через пружинящий контакт 5 с его минусовым выводом) закреплен с помощью трубчатой стойки 6 и винта 7, ввинченного в центральное резьбовое отверстие в пластине 3 (в данном варианте конструкции выключатель, образованный контактом 5 и ободком на диске 10, включен в цепь минусового вывода элемента питания). Контакт 9 приклеивают к диску после закрепления последнего на пластине 3.

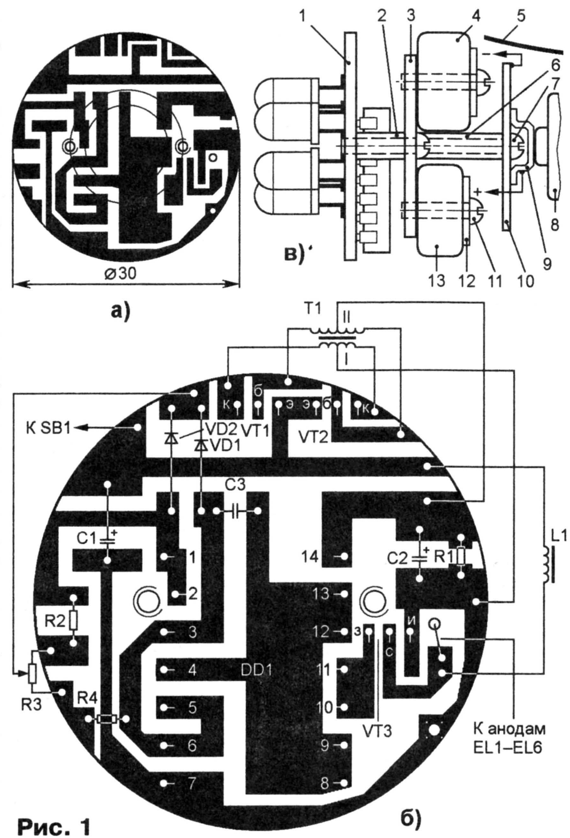


Рис. 1

СИДОРОВ Л. Коллективный квартирный звонок с универсальным питанием. — Радио, 2006, № 4, с. 57, 58.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме трансформатора питания Т1 и резервной батареи GB1. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, оксидных конденсаторов К50-35 или аналогичных импортных (C1—C3) и керамических К10-17, КМ (остальные), диодной сборки КЦ407А (VD1), диодов КД522Б (VD2, VD3) и транзисторов серий КТ361 и КТ815. Транзистор VT5 снабжен П-образным теплоотводом, согнутым из полосы шириной 30 мм листового алюминиевого сплава толщиной 1,5 мм (внешние размеры теплоотвода — 8×10×30 мм).

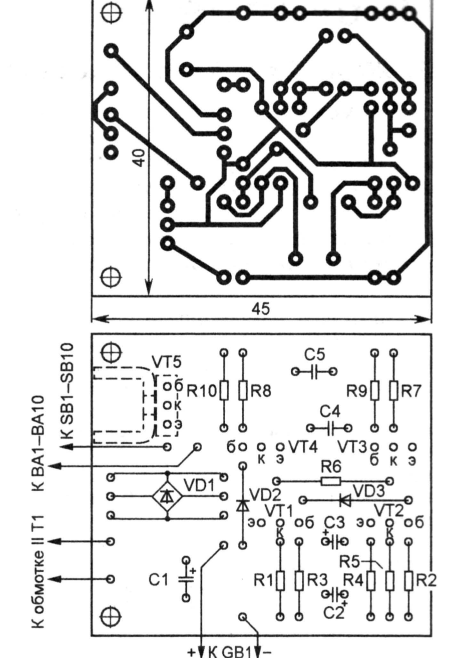


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

***ШИХАТОВ А. Схемотехника автомобильных усилителей. — Радио, 2002, № 2, с. 17—19** (редактор — А. Соколов).*

На принципиальной схеме кроссовера (см. рис. 15 в статье) пропущен конденсатор С105 емкостью 0,47 мкФ. Он включен в разрыв линии электрической связи, соединяющей верхние (по схеме) выводы резисторов R107 и R109.

***МАСЛОВ А. УМЗЧ с регулируемым выходным сопротивлением. — Радио, 2002, № 12, с. 18** (редактор — А. Соколов).*

На схеме УМЗЧ (см. рис. 1 в статье) номер вывода неинвертирующего входа микросхемы MDA2020 — 7 (а не 9, как указано на схеме). При монтаже с головкой ВА1, диодами VD1, VD2 и резистором R4.2 соединяют ее выводы 12 и 14.

***ХАБАРОВ А. Двухканальная осциллографическая приставка к ПК. — Радио, 2003, № 4, с. 23—25** (редактор — В. Фролов).*

На принципиальной схеме приставки (см. рис. 1 в статье) выводы 2 и 3 компаратора DA2 необходимо поменять местами (коллекторы транзисторов VT2, VT3 должны быть подключены к его выводу 2, а вывод 3 1DA3 — к выводу 3).

***ОРЛОВ С. Модернизация автомобильной магнитолы. — Радио, 2003, № 9, с. 20** (редактор — Е. Карнаухов).*

На чертеже печатной платы нового усилителя (см. рис. 2 в статье) надписи "Вход 2" и "К L1 (12 В)" необходимо поменять местами.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru тел. 207-89-00

Сборка мощных транзисторов серии 2Т8295

Полупроводниковые приборы 2Т8295АС, 2Т8295БС, 2Т8295ВС, 2Т8295ГС представляют собой гибридную двукристальную мощную транзисторную микросборку, реализующую в едином конструктивном исполнении известное эффективное схемотехническое решение, получившее наименование "эмиттерной коммутации" высоковольтного биполярного мощного транзистора [1]. Это позволяет в несколько раз повысить быстродействие транзистора и существенно расширить область его безопасной работы по сравнению с традиционным вариантом управления его базовым током.

Суть метода "эмиттерной коммутации" состоит в том, что последовательно с высоковольтным мощным биполярным транзистором в его эмиттерную цепь включают второй — низковольтный быстродействующий и в соответствующей степени сильноточный транзистор. Он может быть либо также биполярным с большим значением статического коэффициента передачи тока базы (более 50), либо мощный полевой структуры МОП. Схема обоих вариантов сборки показана на **рис. 1**,а и б соответственно. В полученной каскодной цепи моменты включения и выключения нижнего по схеме низковольтного транзистора, на базу или затвор которого подают управляющие импульсы, фактически определяют моменты коммутации верхнего высоковольтного транзистора с нагрузкой в коллекторной цепи. Сборки с двумя биполярными транзисторами получили наименование 2Т8295АС и 2Т8295БС, а с биполярным и полевым транзисторами — 2Т8295ВС и 2Т8295ГС.

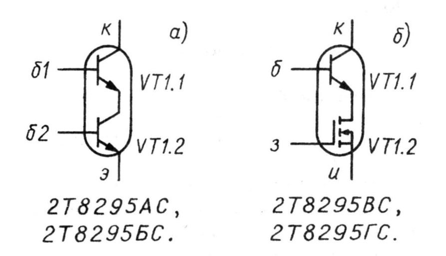


Рис. 1

Типовые значения времени задержки выключения ($t_{зд.выкл}$ = 0,5...1 мкс) и спада коллекторного тока ($t_{сп}$ = 0,05...0,1 мкс), обеспечиваемые такой сборкой, позволяют использовать ее в качестве эффективного мощного прерывателя тока в различных узлах и блоках сильноточной (энергетической) электроники при входном напряжении преобразователей до 800 В с рабочей частотой преобразования вплоть до 150 кГц.

Нормируемая расширенная область безопасной работы сборок, по форме близкая к прямоугольной, позволяет исключать из многих узлов громоздкие RCVD цепи формирования траектории рабочей точки транзистора (снабберные цепи), что способствует улучшению массо-габаритных показателей устройств.

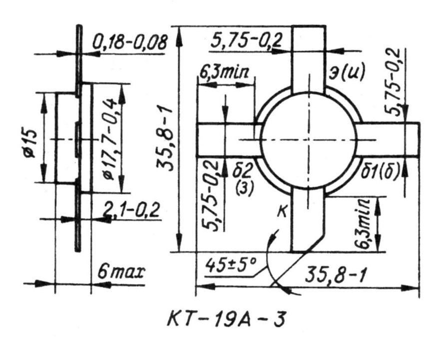


Рис. 2

К рекомендуемым областям применения описываемых сборок относятся системы электропривода электродвигателей средней мощности (0,1...2 кВт), выходные ступени преобразователей постоянного напряжения в постоянное или переменное, вторичные источники питания средней мощности, работающие от одно- или трехфазной сети переменного тока 220/380 В, мощные инверторы электронных аппаратов электросварки, электронные балласты HID-ламп и т. д. При этом схемная реализация преобразователей может быть самой различной [1, 2]. Наиболее эффективно достоинства сборок проявляются в обратноходовых преобразователях с прерывистым током через прерыватель (non-continuous mode) при индуктивном характере нагрузки.

В настоящее время транзисторные сборки серии 2Т8295 изготавливают в четырехвыводном плоском металлокерамическом корпусе КТ-19А-3 с изолированным основанием и пластинчатыми выводами (**рис. 2**); масса прибора не превышает 4 г. На рис. 2 в скобках указана цоколевка сборок 2Т8295ВС и 2Т8295ГС. В дальнейшем планируется перейти к их выпуску в шестивыводном металлостеклянном корпусе, подобном зарубежным S-6E, S-6D.

Основные технические характеристики при температуре корпуса сборки 25 °С

Обратный ток коллектор—эмиттер, мА, не более, при напряжении коллектор—эмиттер 850 В и сопротивлении база 1—эмиттер и база 2—эмиттер 10 Ом для
2Т8295АС 0,1
2Т8295БС 0,2

Обратный ток коллектор—исток, мА, не более, при напряжении коллектор—исток 850 В и заданном базовом сопротивлении для
2Т8295ВС 0,1
2Т8295ГС 0,2

Обратный ток эмиттера, мА, не более, при закрывающем напряжении эмиттер—база 2 5 В для 2Т8295АС и 2Т8295БС 1

Ток утечки затвора, мкА, не более, при напряжении затвор—исток ±20 В для 2Т8295ВС и 2Т8295ГС 0,2

Напряжение насыщения коллектор—эмиттер, В, не более, для
2Т8295АС (при токе коллектора 2,5 А) 1,2
2Т8295БС (при 5 А) 1,5

Напряжение насыщения коллектор—исток В, не более, для
2Т8295ВС (при токе коллектора 2,5 А) 1,2
2Т8295ГС (при 5 А) 1,5

Пороговое напряжение затвора, В, для
2Т8295ВС, 2Т8295ГС 2,4

Время рассасывания, мкс, не более, при индуктивной нагрузке для
2Т8295АС (при токе коллектора 2,5 А) 1
2Т8295БС (при 5 А) 1,5

Время рассасывания, мкс, не более, при индуктивной нагрузке
для 2Т8295ВС (при токе коллектора 2,5 А) и
2Т8295ГС (5 А) 2,5

Время спада тока, мкс, не более, при индуктивной нагрузке для 2Т8295АС, 2Т8295ВС (при токе коллектора 2,5 А) и 2Т8295БС, 2Т8295ГС (5 А) 0,1

Предельно допустимые значения

Наибольшее постоянное напряжение коллектор—эмиттер, В, при сопротивлении база 1—эмиттер и база 2—эмиттер 10 Ом для 2Т8295АС, 2Т8295БС 850

Наибольшее постоянное напряжение коллектор—исток, В, при сопротивлении база—исток и затвор—исток 10 Ом для 2Т8295ВС, 2Т8295ГС 850

Наибольший постоянный ток коллектора, А, для
2Т8295АС, 2Т8295ВС 4
2Т8295БС, 2Т8295ГС 8

Наибольшая постоянная мощность рассеивания, Вт, для
2Т8295АС, 2Т8295ВС 50

тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

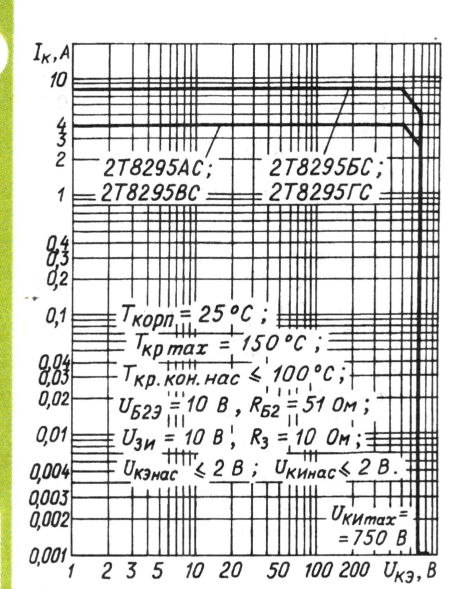


Рис. 3

2Т8295БС, 2Т8295ГС 100
Максимальная температура кристалла выходного транзистора сборки, °С 150
Рабочий интервал температуры корпуса, °С ....–60...+125

На **рис. 3** представлена графически область безопасной работы (ОБР) транзисторных сборок серии 2Т8295 в режиме обратного динамического смещения по управляющему выводу ($I_К$ — ток коллектора; $U_{КЭ}$ — напряжение коллектор—эмиттер; $U_{КИ}$ — напряжение коллектор—исток). Согласно ГОСТ этот режим имеет обозначение ОБР (R).

Горизонтальный участок графика между точками с напряжением 700 и 850 В при токе 1 мА показывает, что этот режим соответствует закрытому состоянию сборки и протеканию через нее только тока утечки. Это означает, что во всем интервале нормируемого напряжения $U_{КЭ}$ траекторию рабочей точки прибора (в динамическом режиме) следует сформировать так, чтобы при закрывании сборки к моменту, когда напряжение на ней достигнет 700 В, ток $I_К$ уже был близок к нулю.

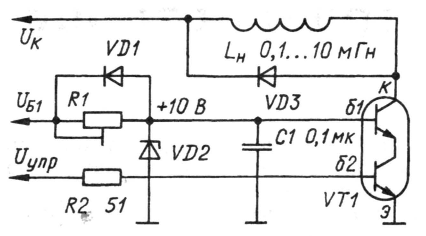


Рис. 4

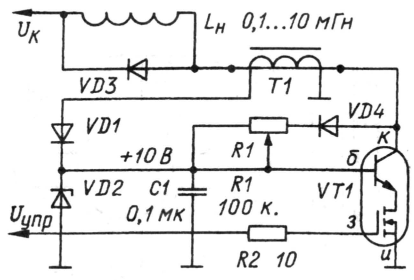


Рис. 5

На графике использованы следующие обозначения: $T_{корп}$ — температура корпуса; $T_{кр\,max}$ — максимальная температура кристалла; $T_{кр.кон.нас}$ — температура кристалла выходного транзистора сборки к концу каждого из насыщающих (открывающих) импульсов, подаваемых на управляющий вывод; $U_{ЗИ}$ — напряжение затвор—исток; $U_{Б2Э}$ — напряжение эмиттер—база 2; $R_З$ — сопротивление цепи затвора; $R_{Б2}$ — сопротивление цепи базы 2; $U_{КИнас}$ — напряжение насыщения коллектор—исток; $U_{КЭнас}$ — напряжение насыщения коллектор—эмиттер.

На **рис. 4** и **5** показаны два фрагмента типовых схем прерывателя тока на сборках серии 2Т8295. Источником импульсов управления прерывателем должен служить специализированный усилитель-драйвер или ШИ контроллер с нагрузочной способностью от 0,2 до 2 А, подключаемый к входу $U_{упр}$. Напряжение управления должно находиться в пределах от 10...15 В до закрывающего 0...0,3 В. Рекомендуемые драйверы — IR2110, IR2112, IR2113, IR2125, IR2127, IR2128 и др. Все они обеспечивают короткий фронт импульсов и защиту от замыкания выхода.

Напряжение питания драйверов находится в пределах 12...20 В. Это позволяет питать их от того же источника, что и цепь базы 1 (см. рис. 4). Здесь подстроечный резистор R1 необходимо подбирать таким, чтобы обеспечить установку напряжения $I_{Б1нас} = 0{,}2\, I_К$. Диод VD1 должен выдерживать обратное напряжение $U_{обр} \geq 2U_{Б1}$, а диод VD3 — $U_{обр} \geq 1{,}2\, U_К$.

Схемное решение, показанное на рис. 5, обеспечивает бо́льшую энергоэкономичность, чем предыдущее, требующее дополнительного источника питания $U_{Б1}$. Использование трансформатора тока T1, определяющего ОС между током коллектора и током базы выходного транзистора, позволяет получить пропорциональное токовое управление преобразователем, а это создает предпосылки для снижения динамических потерь и тем самым повышения КПД преобразователя при его работе на повышенных значениях рабочей частоты (100...150 кГц).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бузыкин С. Г.** Пути повышения надежности силовых транзисторных ключей для сетевых ИВЭП. — Отчет по НИР. — М.: Изд-во МЭИ, 1983.

2. **Clemente S.** AN-964B, IR. High Voltage High Frequency Switching Using a Cascode Connection of HEXFET and Bipolar Transistor. — "IR" Designer's Manual, 1993.

Материал подготовил
В. ШЕРСТЮК

ЗАО ФЗМТ, г. Фрязино
Московской обл.
http://fzmt.firmsite.ru/

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Мощный высоковольтный транзистор КТ8290А

Кремниевый эпитаксиально-планарный транзистор КТ8290А структуры n-p-n предназначен для применения в преобразователях напряжения, в пускорегулирующих устройствах осветительных приборов, в прерывателях тока и других узлах аппаратуры широкого применения.

Транзисторы КТ8290А оформлены в пластмассовом корпусе КТ-28-2 (ТО-220АВ) с жесткими штампованными лужеными выводами (**рис. 1**). Масса прибора — не более 2,5 г. Зарубежный аналог — BUH100.

Основные технические характеристики при $T_{окр.ср} = 25$ °С

Граничное напряжение коллектор—эмиттер, В, не менее, при отключенной базе, токе коллектора 100 мА и измерительной индуктивности 40 мГн 400
Обратный ток коллектор—эмиттер, мкА, не более, при соединенных базе и

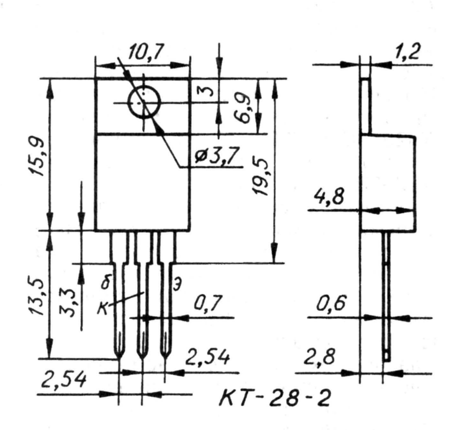


Рис. 1

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК
тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2006

эмиттере и напряжении коллектор—эмиттер 700 В 100

Обратный ток коллектор—эмиттер, мкА, не более, при отключенной базе и напряжении коллектор—эмиттер 400 В 100

Обратный ток эмиттера, мА, не более, при отключенном коллекторе и напряжении база—эмиттер
- 9 В 0,1
- 10 В 1

Статический коэффициент передачи тока базы, не менее, при напряжении коллектор—эмиттер 5 В, длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 100 и токе коллектора
- 1 А 15
- 5 А 10
- 7 А 8
- 10 А 6

Напряжение насыщения коллектор—эмиттер, В, не более, при длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 100 и токе коллектора
- 5 А (при токе базы 1 А) 0,6
- 7 А (1,5 А) 0,75

Напряжение насыщения база—эмиттер, В, не более, при токе коллектора 5 А, токе базы 1 А и длительности измерительных импульсов не более 300 мкс скважностью не менее 100 1,1

Время включения/выключения*, мкс, не более, при напряжении коллектор—эмиттер 300 В, токе коллектора 5 А и измерительных значениях тока базы 1 А 0,7/3,5

Тепловое сопротивление переход—корпус, °С/Вт 1,56

Тепловое сопротивление переход—окружающая среда, °С/Вт 62

Емкость коллекторного перехода*, пФ, не более, при отключенном эмиттере и напряжении коллектор—база 10 В частотой 1 МГц 200

Емкость эмиттерного перехода*, пФ, не более, при отключенном коллекторе и напряжении эмиттер—база 8 В частотой 1 МГц 2500

* *Справочные параметры.*

Предельно допустимые значения

Наибольшее постоянное напряжение коллектор—эмиттер, В, при нулевом напряжении база—эмиттер и температуре корпуса не более 25 °С 700



Наибольшее постоянное напряжение коллектор—эмиттер, В, при отключенной базе 400

Наибольшее напряжение эмиттер—база, В 10

Наибольший постоянный ток коллектора*, А 10

Наибольший импульсный ток коллектора, А, при длительности импульсов не более 5 мс скважностью не менее 10 20

Наибольший постоянный ток базы*, А 4

Постоянная рассеиваемая мощность коллектора**, Вт, при температуре
- корпуса не более 25 °С 80
- окружающей среды не более 25 °С 2

Наибольшая температура перехода, °С 150

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....–25...+125

* *При условии непревышения постоянной рассеиваемой мощности коллектора.*

** *При температуре корпуса $T_{корп}$ более 25 °С рассеиваемую мощность $P_{К\,max}$ необходимо снижать в соответствии с формулой*

$$P_{К\,max} = \frac{150 - T_{корп}}{R_{T\,пер\text{-}корп}},$$

где $R_{T\,пер-корп}$ — тепловое сопротивление переход—корпус транзистора.

Допустимое значение статического потенциала 1000 В в соответствии с ОСТ 11073.062; степень жесткости — V. Требования по формированию и распайке выводов такие же, как для всех транзисторов в корпусе КТ-28-2.

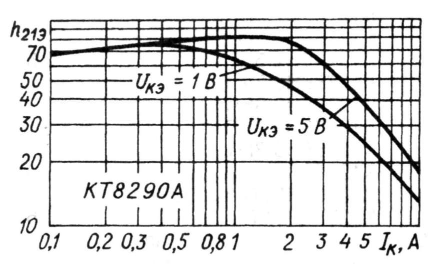


Рис. 2

Транзистор пригоден для монтажа в аппаратуру методом групповой пайки и паяльником. Гарантийная наработка прибора — 25000 ч.

На **рис. 2** показана зависимость статического коэффициента передачи тока базы $h_{21э}$ транзистора КТ8290А при двух значениях напряжения коллектор—эмиттер $U_{КЭ}$, а на **рис. 3** — напряжения насыщения коллектор—эмиттер $U_{КЭнас}$ и база—эмиттер $U_{БЭнас}$ от тока коллектора $I_К$. Семейство графиков на **рис. 4** иллюстрирует зависимость напряжения насыщения коллектор—эмиттер от постоянного тока базы $I_Б$ при различных значениях тока коллектора.

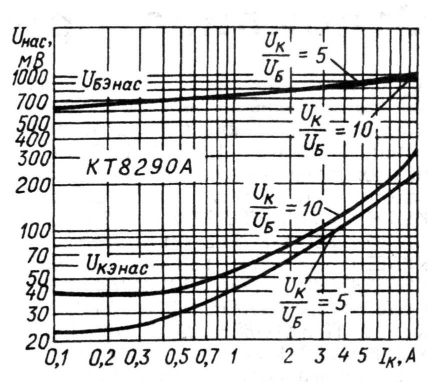


Рис. 3

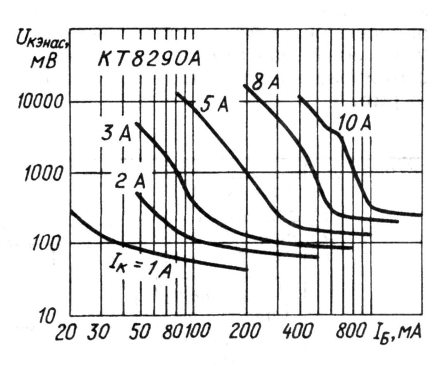


Рис. 4

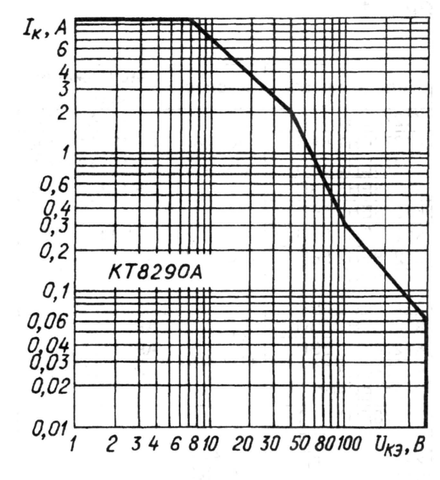


Рис. 5

Область безопасной работы транзистора КТ8290А представлена на **рис. 5**.

Материал подготовил
В. КИСЕЛЕВ

г. Минск

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Стабилизаторы серии К1278

В "Радио", 2006, № 7, с. 50, 51 были опубликованы справочные сведения о регулируемых стабилизаторах этой серии (К1278ЕР1А—К1278ЕР1Д). В помещенной ниже статье описаны стабилизаторы К1278ЕН1.5АП, К1278ЕН1.8АП, К1278ЕН2.5АП, К1278ЕН3.3АП, К1278ЕН1.5БП, К1278ЕН1.8БП, К1278ЕН2.5БП, К1278ЕН3.3БП, К1278ЕН1.5ВП, К1278ЕН1.8ВП, К1278ЕН2.5ВП, К1278ЕН3.3ВП, К1278ЕН5ВП, К1278ЕН1.5ГП, К1278ЕН1.8ГП, К1278ЕН2.5ГП, К1278ЕН3.3ГП, К1278ЕН5ГП и К1278ЕН1.5ДП, К1278ЕН1.8ДП, К1278ЕН2.5ДП, К1278ЕН3.3ДП, К1278ЕН5ДП с фиксированными значениями выходного напряжения.

Эти приборы разработаны на базе регулируемых стабилизаторов и содержат встроенный резистивный делитель, определяющий выходное напряжение. Функциональная схема стабилизатора фиксированного напряжения показана на **рис. 1**.

Рис. 1

Типономиналы	Корпус	Зарубежные аналоги
К1278ЕН1.5АП	КТ-26 (ТО-92)	UR133A1.5V-A
К1278ЕН1.8АП		UR133A1.8V-A
К1278ЕН2.5АП		UR133A2.5V-A
К1278ЕН3.3АП		UR133A3.3V-A
К1278ЕН1.5БП	КТ-28-2 (ТО-220)	—
К1278ЕН1.8БП		IRU1117-18C
К1278ЕН2.5БП		IRU1117-25C
К1278ЕН3.3БП		IRU1117-33C
К1278ЕН1.5ВП	КТ-28-2 (ТО-220)	—
К1278ЕН1.8ВП		APL1117-18FC
К1278ЕН2.5ВП		APL1117-25FC
К1278ЕН3.3ВП		APL1117-33FC
К1278ЕН5ВП		—
К1278ЕН1.5ГП	КТ-28-2 (ТО-220)	—
К1278ЕН1.8ГП		
К1278ЕН2.5ГП		
К1278ЕН3.3ГП		CS5203-3
К1278ЕН5ГП		CS5203-5
К1278ЕН1.5ДП	КТ-28-2 (ТО-220)	—
К1278ЕН1.8ДП		
К1278ЕН2.5ДП		
К1278ЕН3.3ДП		CS5205-3
К1278ЕН5ДП		CS5205-5

Приборы рассматриваемой группы имеют все функции защиты, присущие прототипу, и выпускаются в аналогичных пластмассовых корпусах для обычного (с индексом П) монтажа в соответствии с **таблицей**. Цоколевка изменилась незначительно — вывод 1 "Управление" стал "Общим".

Зарубежные аналоги стабилизаторов указаны в этой же таблице.

Основные технические характеристики при температуре кристалла 25 °С

Верхняя граница интервала входного напряжения*, В, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А 9
- Б 7
- В, Г, Д 12

Рабочий ток нагрузки, мА, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А .... 10...500
- Б .... 10...800
- В .... 10...1000
- Г .... 10...3000
- Д .... 10...5000

Выходное напряжение (номинальное значение), В, для
- К1278ЕН1.5АП, К1278ЕН1.5БП, К1278ЕН1.5ВП, К1278ЕН1.5ГП, К1278ЕН1.5ДП 1,5
- К1278ЕН1.8АП, К1278ЕН1.8БП, К1278ЕН1.8ВП, К1278ЕН1.8ГП, К1278ЕН1.8ДП 1,8
- К1278ЕН2.5АП, К1278ЕН2.5БП, К1278ЕН2.5ВП, К1278ЕН2.5ГП, К1278ЕН2.5ДП 2,5
- К1278ЕН3.3АП, К1278ЕН3.3БП, К1278ЕН3.3ВП, К1278ЕН3.3ГП, К1278ЕН3.3ДП 3,3
- К1278ЕН5ВП, К1278ЕН5ГП, К1278ЕН5ДП 5

Отклонение выходного напряжения, %, от номинального, во всем интервале рабочего напряжения и тока .... ±2

Нестабильность выходного напряжения по входному (в рабочем интервале), %, не более, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А 0,6
- Б 0,2
- В, Г, Д 0,3

Нестабильность выходного напряжения по току нагрузки (в рабочем интервале), %, не более, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А, Б 0,6
- В, Г 0,4
- Д 0,5

Минимальное падение напряжения на стабилизаторе, В, при максимальном токе нагрузки для приборов с буквенным индексом
- А, Г 1,4
- Б, В 1,3
- Д 1,5

Собственный потребляемый ток, мА, не более, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А, Б 10
- В, Г, Д 13

Порог ограничения тока нагрузки (типовое значение), А, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А 1
- Б, В 2
- Г 4,5
- Д 6,5

Тепловое сопротивление кристалл—корпус, °С/Вт, для стабилизаторов в корпусе КТ-28-2 5

Тепловое сопротивление кристалл—окружающая среда, °С/Вт, для стабилизаторов в корпусе
- КТ-26 160
- КТ-28-2 60

**Нижняя граница интервала одинакова для всех стабилизаторов и равна выходному напряжению плюс 1,5 В.*

Предельно допустимые значения

Наибольшее входное напряжение, В, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А 9
- Б 7
- В, Г, Д 12

Наибольший ток нагрузки, А, для стабилизаторов с буквенным индексом
- А 0,5
- Б 0,8
- В 1
- Г 3
- Д 5

Максимальная температура кристалла, °С 150

Рабочий диапазон температуры окружающей среды, °С .... –10...+70

Рис. 2

Типовая схема включения стабилизаторов с фиксированным выходным напряжением показана на **рис. 2**.

Материал подготовил В. СМИРНОВ

г. Брянск

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

РАДИО

Тел. 207-89-00

E-mail: mail@radio.ru

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Вести из радиокружков

Несколько лет назад "Журнал в журнале" открыл рубрику "Вести из радиокружков", под которой публиковались рассказы о работе коллективов начинающих радиолюбителей. Своим опытом работы уже поделились руководители кружков из Тулы, Москвы, Комсомольска-на-Амуре, г. Гороховца Владимирской обл., г. Нарткалы Кабардино-Балкарии, украинского г. Геническа. Сегодня — рассказ об одном из коллективов г. Иркутска.

Редакция приглашает руководителей радиокружков поделиться своим опытом работы, сопроводив рассказ фотографиями "рабочих моментов" и описаниями изготовленных конструкций. Следует указать подробный адрес учреждения и, если есть, адрес электронной почты, чтобы можно было переписываться по интересующим вопросам.

Четыре кружка одного радиотехнического объединения

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

Автор публикуемой статьи Александр Иванович Ознобихин — руководитель четырех радиотехнических кружков, составляющих радиотехническое объединение (РТО). Оно действует с 1987 г. в клубе юных техников (КЮТ) при ПО "Восток". Почти два десятилетия Александр Иванович работает в РТО и желает поделиться своим опытом с читателями журнала.

По всем вопросам, связанным с деятельностью РТО, следует обращаться по адресу: 664043, г. Иркутск, бульвар Рябикова, 20 "А", блок-секция 10, КЮТ, РТО.

В РТО работают два радиокружка первого года обучения и два — второго и последующих. Задачи стоят непростые: увлечь школьников занятиями радиотехникой и радиоэлектроникой; развить способности одаренных учащихся 7—10-х классов в процессе овладения основами радиодела; привить им нестандартное техническое мышление и навыки саморазвития личности на базе научно-поисковой деятельности в объединении.

Тематическая направленность РТО: радиоприем, разработка новых и рационализация старых радиотехнических и радиоэлектронных устройств, разработка различных автоматов. Индивидуальная работа с одаренными — по индивидуальным творческим планам и карточкам-заданиям.

Сергей Карп проверяет работу диктора-информатора.

Занятия в РТО проводятся по авторским программам, составленным на основе примерных программ, разработанных в свое время Министерством просвещения. Для кружковцев первого года обучения запланировано 144 часа в год (по 2 часа дважды в неделю), для второго и последующих годов — 216 часов (по 3 часа дважды в неделю). Более половины этого времени отводится теории, в которую включаются лабораторные работы по проверке типовых схем включения на зажимах-стендах и лабораторных стендах, на которых выводы деталей соединяют в соответствии со схемой методом накрутки на них голой, луженой либо покрытой эмалью медной проволоки (в местах пересечения проводников на них устанавливают изоляционные прокладки), а также работа с измерительной аппаратурой по проверке работоспособности деталей и их параметров. В перерывах между занятиями проводятся 10-минутные так называемые интеллектуальные разминки, на которых предлагаются загадки и простейшие ребусы радиотехнической тематики, соответствующие теме занятий.

Наиболее удачно и быстро изготавливаются первые практические поделки, когда руководитель всем одновременно демонстрирует предстоящую работу по операциям. Помогает и просмотр диафильма "Монтаж радиоаппаратуры".

Подобная методика занятий практиковалась в летний период в оздоровительном лагере "Рекорд" профкома ПО "Восток". За четырехлетний лагерный период в РТО занималось более 1200 ребят — учащихся 5—7-х классов, ПТУ, техникумов.

Лучшие кружковцы РТО демонстрируют свои разработки на районных, город-



Сергей Прудников демонстрирует приемник индуктивной связи.



Сергей Карп, Денис Давыдов и А. И. Ознобихин (слева направо) готовят экспонаты к выставке.

ских, областных, краевых (в г. Новосибирске) выставках. К примеру, пройдя все эти этапы, лучший "самоделкин" Сергей Карп в 1994 г. стал лауреатом Всероссийской выставки технического творчества в г. Волгодонске, где защищал такие конструкции, как "ЧМ радиомикрофон", "Приемник индуктивной связи", "Радиокласс".

Для повышения интереса к занятиям наиболее увлеченных ребят в РТО создан "Электронный накопитель идей". По окончании первого года обучения школьники получают анкету "Я занимаюсь в РТО", в которой указывают, что они бы хотели сделать, если бы знали как. Все идеи рассматриваются на экспертных заседаниях актива РТО и, если в них обнаруживаются рациональные зерна, вносятся в электронный накопитель (текстовый компьютерный файл "Ideja"). В дальнейшем идеи становятся темами для разработок в кружках.

В РТО принято изготавливать только такие конструкции, которые не выпускаются промышленностью либо выпускаются, но стоят весьма дорого. Большой популярностью у кружковцев пользуются, например, звуковые выключатели, радиомикрофоны, стробоскопы для дискотек, автоматы "бегущих огней", приемники индуктивной связи. Наиболее интересной поделкой стал автоматический диктор-информатор. Его основой является аудиомагнитофон, который включается хлопком в ладоши, а выключается тональной меткой, записанной на магнитную ленту. Такой информатор нашел множество вариантов применения в учебном процессе, при проведении конкурсов, соревнований, других массовых мероприятий. На базе информатора был сконструирован автомат, установленный у входной двери. Как только посетитель открывает дверь, информатор встречает его музыкальным приветствием и краткой справкой о работающих кружках.

В разработке, макетировании и изготовлении многих поделок активное участие принимали Василий Бесперстов, Евгений Бизимов, Денис Ерохин, Алексей Кисель, Тимур Садыков, Алексей Шафиров.

А теперь пора познакомиться с некоторыми конструкциями, разработанными в кружках РТО.

Домашний сигнализатор

Этот сигнализатор, по сути дела, представляет собой своеобразное сторожевое устройство. Он следит за изменением состояния входной двери (открывание и закрывание) и содержит таймер задержки включения и ограничения продолжительности звучания тревожного тонального сигнала. В сигнализаторе есть герконовый блокиратор срабатывания, позволяющий при выходе из помещения включить питание сигнализатора, закрыть входную дверь и только после этого привести устройство в режим охраны.

Сигнализатор (**рис. 1**) состоит из основного датчика — кнопочного выключателя SB1 "Дверь", датчика "Выход" на герконе SF1, двух одновибраторов на микросхеме DD1, "силовых" ключей на элементах R4, VT1 и R6, VT2, генератора световых импульсов на красном мигающем светодиоде HL1 и звукового генератора — узла A1.

Первый одновибратор, выполненный на элементах DD1.1, C1, R3, VD1, формирует импульс задержки включения тревожного тонального сигнала. В течение этого времени работает только световой сигнализатор переключения датчика "Дверь". Длительность импульса задержки выбрана равной 5 с и зависит от параметров времязадающей цепи C1, R3. Этот сигнализатор (светодиод HL1) позволяет находящимся в помещении заранее, до включения тревожного сигнала, узнать об открывании или закрывании входной двери.

Второй одновибратор, собранный на элементах DD1.2, C2, R7, VD2, работает аналогично первому и отрабатывает импульс включения узлом A1 тревожного сигнала длительностью 10 с.

При подаче питания выключателем SA1 одновибраторы устанавливаются в исходное состояние — на их неинвертирующих выходах (выводы 1 и 13 микросхемы) появляются низкие логичес-

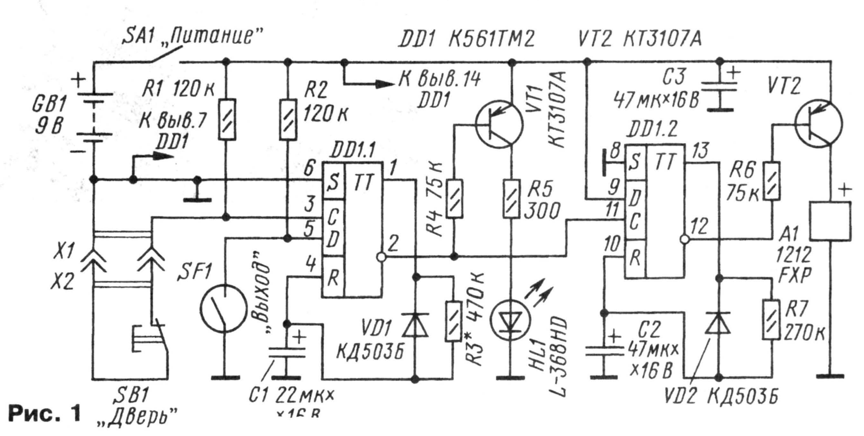


Рис. 1

кие уровни. Нажатие на кнопку выключателя SB1 вызывает появление высокого уровня на входе C (вывод 3 DD1.1), и информация (высокий уровень) перезаписывается со входа D (вывод 5 DD1.1) на неинвертирующий выход (вывод 1). Дребезг от кнопочного выключателя не подавляется, чтобы одновибраторы запускались и после отпускания кнопки.

Конденсатор C1 начинает заряжаться через резистор R3. Спустя 5 с он зарядится до половины напряжения источника питания, что соответствует появлению высокого уровня на входе R (вывод 4 DD1.1). Триггер обнуляется, и на выводе 1 устанавливается низкий уровень, а конденсатор C1 разряжается через диод VD1.

Иными словами, в течение 5 с на выводе 2 присутствует низкий уровень, который открывает транзистор VT1, а значит, включает красный мигающий светодиод HL1. По окончании этой выдержки на входе C (вывод 11 DD1.2) появляется высокий уровень, который запускает второй одновибратор, работающий аналогично первому, но вырабатывающий импульс длительностью 10 с. В течение этого времени на выводе 12 микросхемы присутствует низкий уровень, открывающий транзистор VT2 и включающий узел A1 тревожного тонального сигнала.

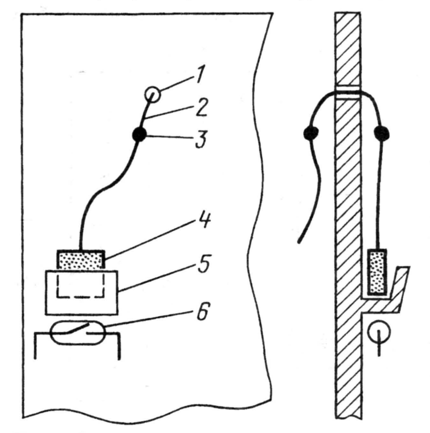


Рис. 2

При выходе из помещения хозяину необходимо выключить сигнализатор, а затем поставить его в режим охраны. Для этого установлена цепь SF1, R2. Чтобы выключить сигнализатор, нужно приблизить к геркону постоянный магнит и замкнуть контакты геркона. Тогда на входе D (вывод 5 DD1.1) появится низкий уровень, поэтому при замыкании или размыкании контактов выключателя SB1 одновибраторы работать не будут. После закрывания двери магнит нужно удалить от геркона, сигнализатор вступит в работу.

Одна из конструкций датчика "Выход" приведена на **рис. 2**. Геркон 6 укреплен под карманом 5 для магнита 4 на внутренней стороне двери. К магниту прикреплен канатик 2, выпущенный наружу через отверстие 1 в двери. Ход канатика ограничен двумя узлами 3. К узлу с внутренней стороны двери можно привязать обычный колокольчик, который будет извещать о любопытствующем посетителе.

Перед выходом из помещения выключателем SA1 подают питание на сигнализатор и вкладывают магнит в карман. При этом контакты геркона замыкаются, на вход D (вывод 5 DD1.1) подается низкий уровень. Теперь переключение контактов выключателя SB1 не приведет к запуску одновибраторов и подаче тревожного сигнала. После закрывания двери дергают за канатик. Магнит выпадает из кармана, и сигнализатор переходит в режим охраны.

В сигнализаторе используются резисторы ОМЛТ-0,125, оксидные конденсаторы К50-35 или зарубежного производства, диоды — любые кремниевые, например, серий КД503, КД510, светодиод HL1 — любой мигающий красного цвета свечения. Узел A1 — автомобильный звуковой повторитель поворотов — зуммер с номинальным рабочим напряжением 12 В, но сохраняющий работоспособность при уменьшении напряжения до 1,5 В. Вместо него допустимо включить любой электромузыкальный звонок или звуковой извещатель, многочисленные описания которых были опубликованы на страницах журнала "Радио" (например, в статье А. Черепанова "Кружок радиотехнического конструирования". — Радио, 2004, № 2, с. 54, рис. 4). Громкость звука изменяют подбором резистора, включаемого последовательно с узлом. Кнопочный выключатель SB1 — МП3, МП9 или МП10, встроенный, например, в верхний торец двери. Геркон SF1 — любой с замыкающими контактами. Микросхему серии К561 допустимо заменить аналогичной серии 564. В качестве источника питания GB1 могут работать две последовательно соединенные батареи 3336 или другие напряжением 4,5 В.

В дежурном режиме потребляемый сигнализатором ток не превышает 75 мкА, а при замкнутых контактах геркона — 150 мкА.

Охранное устройство с необычным переключателем

В этом устройстве использован переключатель, который автоматически коммутирует две цепи при переворачивании его в определенном направлении на 180°. Такой переключатель можно применять в различных игрушках, аттракционах, автоматах, разнообразных электронных конструкциях. К примеру, автор установил его в охранное устройство, чтобы можно было практически мгновенно проверять работоспособность питающей батареи.

Вначале следует познакомиться с конструкцией необычного переключателя (**рис. 3**). Он состоит из основания 4 — платы из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2...2,5 мм, к которой пайкой 6 крепят геркон 2 и две направляющие стойки 3, изготовленные из одножильного медного провода диаметром 0,96 мм. На направляющих стойках установлен ползун 1, в который вклеен постоянный магнит, например, от поляризованного реле РПС32. Ползун выпиливают из стеклотекстолита, органического стекла, фторопласта или другого материала толщиной не менее 7 мм. Чтобы ползун легко перемещался по направляющим стойкам, два отверстия диаметром 1 мм в нем должны быть просверлены строго параллельно, а края отверстий раззенкованы. В углах изгиба стоек закругления должны быть с минимальным радиусом, чтобы ползун не застревал. В крайнем случае в этих местах придется установить ограничители из 5...10 витков изоляционной ленты шириной около 5 мм.

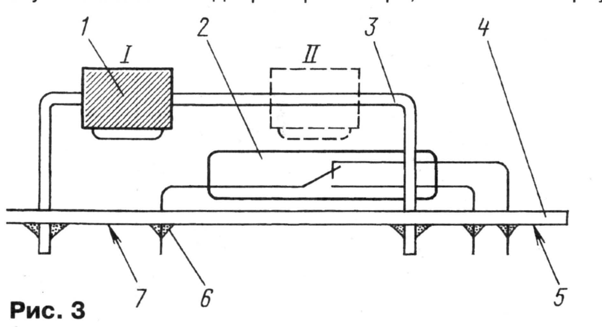


Рис. 3

В исходном состоянии (если мысленно повернуть левое изображение переключателя против часовой стрелки на 90°) под действием силы тяжести ползун с магнитом установится в положение I. А при переворачивании переключателя на 180° в любую сторону ползун переместится к геркону в положение II и переключит его контакты.

Размеры переключателя некритичны и зависят от используемых деталей — магнита и геркона. В авторском варианте использован геркон КЭМ-2, но подойдет любой другой с переключающими контактами. Закрепить переключатель в конструкции можно, например, с помощью винтов, пропущенных через отверстия, просверленные в точках 5 и 7 платы.

(Окончание следует)

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Робот с управлением по RC-5

С. СВИТА, г. Могилев, Белоруссия

Изготовление изображенного на первой странице обложки журнала робота, дистанционно управляемого с помошью пульта от телевизора и умеющего самостоятельно обходить препятствия, доступно даже юному радиолюбителю. А изучив его программу, написанную на самом доступном из языков высокого уровня — Бейсике, он освоит азы программирования и в дальнейшем сможет сам ее совершенствовать, добавляя игрушке все больше "интеллекта".

Достоинство предлагаемой конструкции — минимальное число деталей и простота изготовления. Робот "понимает" подаваемые с помощью ИК ПДУ команды только одного, зато самого распространенного формата RC-5, поэтому для управления им подойдет пульт почти от любого телевизора или другого бытового электронного прибора. О командах этого формата, представляющих собой закодированные соответствующим образом пачки ИК импульсов, следующих с частотой 36 кГц, было рассказано в [1]. Более подробную информацию об этом формате можно найти, например, в [2].

Электронный блок робота построен на недорогом и доступном микроконтроллере AT90S2313. Схема блока изображена на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1, анализируя команды, принятые модулем ИК приемника B1, и состояние контактных датчиков препятствий SF1, SF2, формирует сигналы управления электродвигателями M1—M3, светодиодом HL1 и звуковой сигнал, который после усиления транзистором VT1 воспроизводит звукоизлучатель HA1. Принимаемые и формируемые сигналы распределены по выводам микроконтроллера исходя из удобства разводки печатной платы.

Микросхемы DA1 и DA2 — драйверы электродвигателей — устроены так, что подключенный к выходам OUT1 и OUT2 двигатель работает только при условии, что логические уровни сигналов, поданных на входы IN1 и IN2 драйвера, противоположны. В зависимости от того, на каком из входов уровень высокий, а на каком низкий, вал двигателя вращается в разные стороны. В рассматриваемом случае двигатели должны быть подключены так, чтобы высокий уровень на входе IN1 и низкий на входе IN2 драйвера соответствовал движению робота вперед.

Если на оба входа драйвера поданы сигналы высокого уровня, выводы двигателя фактически соединены между собой. В таком "короткозамкнутом" состоянии двигатель превращается в эффективный тормоз и робот резко останавливается.

Наконец, когда оба уровня низкие, выходы драйвера переведены в высокоимпедансное (полностью отключенное) состояние. Вал разогнанного ранее двигателя продолжает некоторое время вращаться по инерции, а робот — двигаться в прежнем направлении до полной остановки.

Двигателем M3, предназначенным для создания дополнительных эффектов (вращения прожектора или "радиолокатора", приведения в действие механической "руки"), управляет электронный ключ на транзисторе VT2. Его можно только включить или выключить.

Печатная плата блока, изображенная на **рис. 2**, рассчитана на установку любых малогабаритных резисторов, керамических конденсаторов КМ-5 и КМ-6 (C3) и оксидных К50-35. Светодиод L-53SYC может быть заменен любым другим достаточной яркости и подходящего цвета свечения.

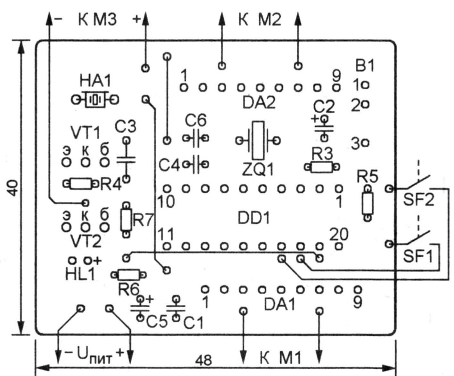


Рис. 2

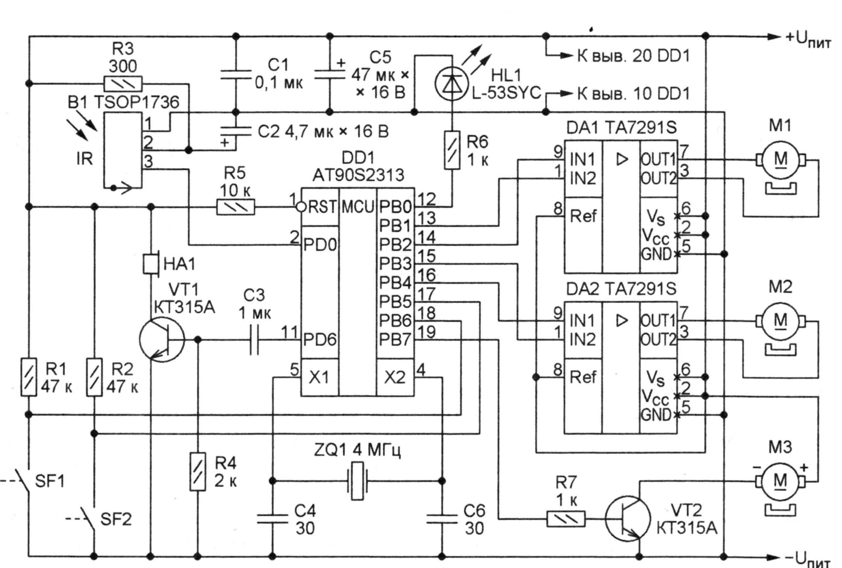


Рис. 1

Можно использовать микроконтроллер AT90S2313 с любыми дополнительными индексами в обозначении (для него на плате необходимо установить панель). Частота кварцевого резонатора ZQ1 может находиться в пределах 1...10 МГц, но ее точное значение в герцах нужно обязательно указать в программе, чтобы сохранить неизменной длительность формируемых программно интервалов времени (в том числе необходимых для правильного приема команд). Как это сделать, будет рассказано далее. Удобно применить вместо кварцевого резонатора трехвыводный керамический (его средний вывод подключают к общему проводу), в этом случае конденсаторы C4 и C6 не требуются.

Модуль ИК приемника TSOP1736 может быть заменен на SFP506 или ILMS5360. Звукоизлучатель HA1 — электромагнитный от электронного будильника. Его можно заменить пьезоизлучателем, подключенным непосредственно к выводу PD6 микроконтроллера. Транзистор VT1, резистор R4 и конденсатор C3 в этом случае не нужны.

Электродвигатели M1—M3 — RF-300TA-11400 (от плеера). При напряжении 3...5 В такой двигатель по-

требляет ток 70...90 мА. Можно применить и малогабаритные двигатели от виброзвонков сотовых телефонов, сняв с них эксцентрики. Упругие насадки на валах двигателей М1 и М2 прижаты непосредственно к шинам ведущих колес робота, что позволило обойтись без громоздких и сложных в изготовлении редукторов. Двигатель М3 находится под печатной платой блока управления, его вал выведен вперед по движению.

Если работа двигателей вызывает сбои в микроконтроллере, необходимо включить по дросселю индуктивность 100...200 мкГн последовательно с каждым выводом каждого двигателя и соединить каждый вывод с общим проводом блока управления (цепью $-U_{пит}$) через керамический конденсатор емкостью не менее 0,1 мкФ. С этой же цепью соединяют экранирующие кожухи двигателей, не имеющие контакта с их основными выводами.

Но чтобы полностью устранить помехи от двигателей повышенной мощности, этого может оказаться недостаточно. Придется питать их от отдельного источ-

Таблица 1

```
$crystal = 4000000            'Частота кварца ZQ1, Гц
$regfile = "2313def.dat"      'Подключаем описание МК
$lib "mcsbyte.lbx"            'Подключаем библиотеку функций
Config Rc5 = Pind.0           'PD0 - вход RC-5
Config Pinb.7 = Output        'PB7 - выход
Config Pinb.6 = Input         'PB6 - вход
Config Pinb.5 = Input         'PB5 - вход
Config Pinb.4 = Output        'PB4 - выход
Config Pinb.3 = Output        'PB3 - выход
Config Pinb.2 = Output        'PB2 - выход
Config Pinb.1 = Output        'PB1 - выход
Config Pinb.0 = Output        'PB0 - выход
Config Pind.6 = Output        'PD6 - выход
Dim Address As Byte           'Объявляем переменные
Dim Command As Byte
Dim A As Byte
Enable Interrupts             'Разрешаем прерывания
Set Portb.0                   'Включаем HL1
Waitms 100                    'и через 100 мс
Reset Portb.0                 'выключаем его.
Sound Portd.6 , 50 , 800      'Подаем зв.сигнал

1:                            'Основной цикл программы
Do
Debounce Pinb.5 , 0 , Prl     'Сработал SF2 -> на Prl
Debounce Pinb.6 , 0 , Prr     'Сработал SF1 -> на Prr
Getrc5(address , Command)     'Прием команды ПДУ
If Address = 0 Then           'Затем - ее выполнение
 Command = Command And &B01111111
 If Command = 12 Then          'Выключаем все (клавиша ON-OFF)
  For A = 0 To 7
   Reset Portb.a : Reset Portd.a
  Next A
 End If
 If Command = 2 Then           'Малый вперед (клавиша 2)
  Set Portb.4 : Set Portb.1     'Включаем M1, M2 вперед
  Waitms 45                     'и через 45 мс выключаем
 Reset Portb.4 : Reset Portb.1
 End If
 If Command = 6 Then           'Малый назад (клавиша 6)
  Set Portb.2 : Set Portb.3     'Включаем M1, M2 назад
  Waitms 45                    'и через 45 мс выключаем
  Reset Portb.2 : Reset Portb.3
 End If
 If Command = 7 Then           'Направо (клавиша 7)
  Set Portb.4 : Set Portb.2     'Включаем M1 назад, M2 вперед
  Waitms 45                     'и через 45 мс выключаем
  Reset Portb.4 : Reset Portb.2
 End If
 If Command = 5 Then           'Налево (клавиша 5)
  Set Portb.3 : Set Portb.1     'Включаем M1 вперед, M2 назад
  Waitms 45                     'и через 45 мс выключаем
  Reset Portb.3 : Reset Portb.1
 End If
 If Command = 32 Then          'Средний вперед (клавиша P+)
  Set Portb.4 : Set Portb.1     'Включаем M1, M2 вперед
  Waitms 180                    'и через 180 мс выключаем
  Reset Portb.4 : Reset Portb.1
  Set Portb.2 : Set Portb.3    'Тормозим в течение 20 мс
  Waitms 20
  Reset Portb.2 : Reset Portb.3
 End If
 If Command = 33 Then          'Средний назад (клавиша P-)
  Set Portb.2 : Set Portb.3     'Включаем M1, M2 назад
  Waitms 180                    'и через 180 мс выключаем
  Reset Portb.2 : Reset Portb.3
  Set Portb.4 : Set Portb.1    'Тормозим в течение 20 мс
  Waitms 20
  Reset Portb.4 : Reset Portb.1
 End If
 If Command = 16 Then          'Резко направо (клавиша VOL+)
  Set Portb.4 : Set Portb.2     'Включаем M1 назад, M2 вперед
  Waitms 80                     'и через 80 мс выключаем
  Reset Portb.4 : Reset Portb.2
  Set Portb.3 : Set Portb.1    'Тормозим в течение 20 мс
  Waitms 20
  Reset Portb.3 : Reset Portb.1
 End If
 If Command = 17 Then          'Резко налево (клавиша VOL-)
  Set Portb.3 : Set Portb.1     'Включаем M1 назад, M2 вперед
  Waitms 80                     'и через 80 мс выключаем
  Reset Portb.3 : Reset Portb.1
  Set Portb.4 : Set Portb.2    'Тормозим в течение 20 мс
  Waitms 20
  Reset Portb.4 : Reset Portb.2
 End If
 If Command = 4 Then           'Полный вперед (клавиша 4)
  Set Portb.4 : Set Portb.1     'Включаем M1, M2 вперед
  Waitms 250                    'и через 250 мс выключаем
  Reset Portb.4 : Reset Portb.1
 End If
 If Command = 8 Then           'Полный назад (клавиша 8)
  Set Portb.2 : Set Portb.3     'Включаем M1, M2 назад
  Waitms 250                    'и через 250 мс выключаем
  Reset Portb.2 : Reset Portb.3
 End If
 If Command = 1 Then           'Включить M3 (клавиша 1)
  Set Portb.7
 End If
 If Command = 9 Then           'Выключить M3 (клавиша 9)
  Reset Portb.7
 End If
 If Command = 3 Then           'Включить HL1 (клавиша 3)
  Set Portb.0
 End If
 If Command = 10 Then          'Выключить HL1 (клавиша -/--)
  Reset Portb.0
 End If
 If Command = 13 Then          'Звуковой сигнал (клавиша MUTE)
  Sound Portd.6 , 300 , 600
 End If
 If Command = 0 Then           'Демонстрация (клавиша 0)
  Sound Portd.6 , 300 , 600     'Подаем звуковой сигнал
  Set Portb.0 : Set Portb.7     'Включаем HL1 и M3
  Waitms 500
  Reset Portb.7                 'Через 500 мс выключаем M3
  Set Portb.3 : Set Portb.1
  Waitms 1000                   'и 1000 мс поворачиваем налево
  Reset Portb.3 : Reset Portb.1 : Set Portb.4 : Set Portb.2
  Waitms 1000                   'Еще 1000 мс поворота направо
  Reset Portb.4 : Reset Portb.2 : Set Portb.4 : Set Portb.1
  Waitms 300                    '300 мс вперед
  Reset Portb.4 : Reset Portb.1 : Set Portb.2 : Set Portb.3
  Waitms 300                    '300 мс назад
  Reset Portb.2 : Reset Portb.3 : Set Portb.4 : Set Portb.1
  Waitms 300                    'Еще 300 мс вперед
  Reset Portb.4 : Reset Portb.1 : Set Portb.2 : Set Portb.3
  Waitms 300                    'и 300 мс назад.
  Reset Portb.2 : Reset Portb.3
  Reset Portb.0                 'Выключаем HL1
  Sound Portd.6 , 200 , 600     'Подаем звуковой сигнал
 End If
End If
Loop                            'Конец основного цикла

Prl:                            'После срабатывания SF2
Set Portb.2 : Set Portb.3       '200 мс движемся назад
Waitms 200
Reset Portb.2 : Reset Portb.3
Waitms 50                       'Через 50 мс подаем зв. сигнал
Sound Portd.6 , 70 , 800
Waitms 40                       'и еще через 40 мс поворачиваем
Set Portb.3 : Set Portb.1       'налево в течение 100 мс
Waitms 100
Reset Portb.3 : Reset Portb.1
Goto 1                          'К началу основного цикла

Prr:                            'После срабатывания SF1
Set Portb.2 : Set Portb.3       '200 мс движемся назад
Waitms 200
Reset Portb.2 : Reset Portb.3
Waitms 50                       'Через 50 мс подаем зв. сигнал
Sound Portd.6 , 70 , 800
Waitms 40                       'и еще через 40 мс поворачиваем
Set Portb.4 : Set Portb.2       'направо в течение 100 мс
Waitms 100
Reset Portb.4 : Reset Portb.2
Goto 1                          'К началу основного цикла

End
```

Таблица 2

```
:100000000AC018951895189518951895DEC1189579
:10001000189518951895 8FED8DBFC0ECE0EC4E2E1D
:10002000DD275D2EEEE7F0E0A0E6B0E088278D93B7
:100030003197E9F76624BF9ABE98BD98BC9ABB9ADF
:10004000BA9AB99AB89A8E9A7894C09A84E690E04F
:10005000D9D1C0988E9AE0E2F3E082E390E0019774
:10006000969AC3D19698C1D1482F492BC1F7BD9814
:10007000A3E69C9197FF04C0B59B0EC09F779C930D
:10008000B5990AC089E19F939927BCD19F91B599F1
:100090003C090689C9356C1BE98A3E69C9196FFBE
:1000A00004C0B69B0EC09F7B9C93B6990AC089E1A1
:1000B0009F939927A7D19F91B69903C090649C9371
:1000C00063C1AFD1A0E62C93A1E61C930091600020
:1000D000003009F036C1A1E68C918F778C930091A6
:1000E00061000C3009F01FC080E08093620000913 5
:1000F000620007301 0F009F016C0A2E68C91A8E368
:100100000CD201D28C9189238C93A2E68C91A2E32C
:100110004D2F9D18C9189238C93A2E68C918F5FC4
:100120008C9309F0E4CF0091610002300 9F007C020
:10013000C49AC19A8DE290E065D1C498C1980091AB
:1001400061000630 09F007C0C29AC39A8DE290E0C0
:1001500059D1C298C398009161000730 09F007C0D7
:10016000C49AC29A8DE290E04DD1C498C298009191
:100170006100053009F007C0C39AC19A8DE290E092
:1001800041D1C398C1980091610000320 9F00EC0BE
:10019000C49AC19A84EB90E035D1C498C198C29AB0
:1001A000C39A84E190E02ED1C298C398009161007 7
:1001B000013209F00EC0C29AC39A84EB90E022D1BA
:1001C000C298C398C49AC19A84E190E01BD1C498A4
:1001D000C1980091610000310 9F00EC0C49AC29A22
:1001E00080E590E00FD1C498C298C39AC19A84E187
:1001F00090E008D1C398C19800916100013109F0E5
:100200000EC0C39AC19A80E590E0FCD0C398C19813
:10021000C49AC29A84E190E0F5D0C498C298009143
:100220006100043009F007C0C49AC19A8AEF90E0D7
:10023000E9D0C498C1980091610008300 9F007C066
:10024000C29AC39A8AEF90E0DDD0C298C398009119
:100250006100013009F001C0C79A00916100093 0C6
:100260009F001C0C7980091610003300 9F001C096
:10027000C09A009161000A3009F001C0C0980091 55
:1002800061000D3009F00DC08E9AE8E5F2E08CE2D5
:1002900091E00197969AA9D09698A7D0482F492B1C
:1002A000C1F700916100003009F04BC08E9AE8E57B
:1002B000F2E08CE291E00197969A97D0969895D0CB
:1002C000482F492BC1F7C09AC79A84EF91E09AD082
:1002D000C798C39AC19A88EE93E094D0C398C19806
:1002E000C49AC29A88EE93E08DD0C498C298C49AFA
:1002F000C19A8CE291E086D0C498C198C29AC39A00
:100300008CE291E07FD0C298C398C49AC19A8CE2E3
:1003100091E078D0C498C198C29AC39A8CE291E0D7
:1003200071D0C298C398C0988E9AE8E5F2E088EC44
:1003300090E00197969A59D0969857D0482F492B1C
:10034000C1F795CEC29AC39A88EC90E05BD0C29870
:10035000C39882E390E056D08E9AE0E2F3E086E420
:1003600090E00197969A41D096983FD0482F492B1C
:10037000C1F788E290E046D0C39AC19A84E690E043
:1003800041D0C398C19873CEC29AC39A88EC90E0CA
:1003900039D0C298C39882E390E034D08E9AE0E2DC
:1003A000F3E086E490E00197969A1FD096981DD0CE
:1003B000482F492BC1F7C49AC29A84E690E022D014
:1003C000C498C29854CEF894FFCF8F939F938FB761
:1003D0003395539509F4439591E092BF9F918FBF58
:1003E0008F9118953197F1F70895AE2FBF2F119780
:1003F0004A2F4B2BE1F70895689462F80895E8942A
:1004000062F80895EF93FF93EE27E82BE92B31F084
:10041000E8EEF3E03197F1F70197D1F7FF91EF9113
:1004200008950F933F934F935F932F923F928F9333
:100430009F938FB78F9383B78F9381608 3BF89B763
:100440008F93826089BF81E082BF5527442733277D
:100450004830 08F047C0373324F4809BF8CFF8CFFA
:1004600041C04830ECF78099FCCF33273232D4F5C5
:10047000809BFCCF932F3327112722279131 10F037
:100480009695 11E0292E2694322C290E990F390EBB
:1004900011302 1F0321534F58099FCCF33270CE070
:1004A0003215F0F3809909C08894111F221F33156B
:1004B000CCF4809BFCCF332708C00894111F221F67
:1004C000331584F48099FCCF33270A9549F7912F8F
:1004D000991F221F991F221F25FB17F926FB16F9CA
:1004E0002F7102C01FEF2FEF8F9189BF8F9183BFB4
:1004F0008F918FBF9F918F913F902F905F914F91E0
:100500003F910F91089591E0882321F08894991FDD
:100510008A95E9F7892F9095089588 3018F01196FB
:060520008850FBCF089596
:00000001FF
```

ника, соединив его плюсовой вывод с выводами 6 микросхем TA7291S. Цепи, связывавшие эти выводы с плюсом источника питания микроконтроллера и других узлов, нужно разорвать. Минус источника питания двигателей соединяют кратчайшим путем с выводами 5 микросхем TA7291S, но связи этих выводов с другими элементами сохраняют неизменными.

Микросхемы TA7291S можно заменить их вариантами TA7291P в другом корпусе, но придется учесть различие в назначении выводов. Соответствие следующее: 1—1, 2—7, 3—10, 5—1, 6—8, 7—2, 8—4, 9—5. Первыми указаны номера выводов микросхемы TA7291S.

Контактные датчики SF1 и SF2 изготовлены из концевых выключателей с малым усилием срабатывания. Они снабжены проволочными "усами", обеспечивающими замыкание контактов при касании препятствия.

Источник питания робота — четыре аккумулятора или гальванических элемента типоразмера AA, соединенных последовательно. Они расположены так, что служат одновременно балластом, придающим роботу устойчивость.

Перейдем к программе микроконтроллера. От нее полностью зависит поведение робота и его реакция на подаваемые команды. Программа написана на языке Бейсик, компиляция и отладка были выполнены с помощью системы разработки программ BASCOM-AVR, предлагаемой фирмой MSC Electronics. Кроме стандартного набора операторов и функций языка, в этой системе имеется библиотека подпрограмм для работы с различными периферийными устройствами, в том числе с приемниками команд дистанционного управления. Обеспечено полноценное использование всех внутренних ресурсов микроконтроллера — портов ввода—вывода, таймеров, обслуживание прерываний. Демонстрационную версию системы можно "скачать" по адресу **<http://www.mcselec.com/download>** . Она отличается от полноценной коммерческой только тем, что не позволяет создавать программы, занимающие в памяти микроконтроллера более двух килобайт. Для установленного в роботе микроконтроллера AT90S2313 это ограничение несущественно, он располагает памятью именно такого объема.

Полный текст программы с подробными комментариями, облегчающими понимание ее работы, приведен в **табл. 1**. В самой первой строке (в директиве $crystal) указана в герцах частота подключенного к микроконтроллеру кварцевого резонатора. При использовании резонатора на другую частоту это значение необходимо соответствующим образом изменить и оттранслировать программу заново.

Вторая и третья строки "подключают" к программе файл с описанием особенностей примененного микроконтроллера (адресов и имен регистров, выводов и т. п.) и библиотеку нестандартных для языка Бейсик функций, включающую, в частности, подпрограмму приема команд формата RC-5. А в четвертой строке указано, что входом сигналов RC-5 служит вывод PD0 микроконтроллера.

Далее устанавливаются режимы работы выводов микроконтроллера. Одни из них назначаются входами (Input), другие — выходами (Output). Затем операторы Dim отводят память используемым в программе переменным — каждая из них будет занимать один байт. В завершение разрешаются прием и обработка запросов прерывания (это необходимо для работы библиотечной подпрограммы приема команд формата RC-5).

На этом настройка микроконтроллера закончена. Программа сигнализирует об этом, включая на 100 мс светодиод HL1, подключенный к выводу PB0, и подавая звуковой сигнал — оператор Sound формирует на выводе PD6 пачку импульсов заданной частоты и продолжительности.

Далее программа начинает выполнять основной цикл Do...Loop. Он повторяется бесконечно, прекратит его только выключение питания микроконтроллера. В начале цикла два оператора Debounce проверяют состояние контактных датчиков SF1 и SF2. Если один из них замкнут, выполняется участок программы, начинающийся меткой Prl или Prr (в зависимости от того, какой датчик сработал) и заканчивающийся переходом на метку 1 (начало основного цикла). Именно эти участки определяют поведение робота при наезде на препятствие.

По завершении "обслуживания" контактных датчиков будет вызвана библиотечная подпрограмма Getrc5, затем начнется анализ результата ее работы — переменной Command, содержащей код принятой команды. Анализ выполняют условные операторы If Command=... Then, за которыми следуют строки с операторами, производящими необходимые действия в случае выполнения условия. Как правило, это установка нужных уровней на определенных выводах микроконтроллера, выдержка паузы и возврат уровней к прежним значениям. Список выполняемых действий закрывает строка End If.

Обратите внимание, что программой предусмотрено по несколько команд движения и поворотов. Они различаются интервалами времени, в течение которых включены двигатели, и тем, сопровождается ли торможением их выключение. Подбор этих интервалов производился экспериментально исходя из наилучшей маневренности робота как на ковре, так и на гладкой поверхности. При его избыточной либо недостаточной "поворотливости" можно изменить параметры операторов Waitms (они задают выдержку времени в миллисекундах). Можно и поэкспериментировать с техникой выполнения поворо-

тов. Например, производить их с одним работающим двигателем, оставив второй выключенным или заторможенным.

Текст HEX-файла, полученного в результате компиляции программы, рассчитанной на работу с кварцевым резонатором частотой 4 МГц, приведен в **табл. 2**. Именно эти коды нужно загрузить в память микроконтроллера с помощью программатора. Система BASCOM-AVR способна сделать это без использования специальных программ обслуживания программаторов (PonyProg, IC-Prog), достаточно соединить программатор с компьютером и воспользоваться соответствующим меню.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Людской С.** Тестер для проверки пультов дистанционного управления RC5. — Радио, 2005, № 2, с. 53.

2. **Ридико Л.** Применение кода RC-5. — **<http://www.spetspribor.com/support/articles/rc5/rc5.html>**.

***От редакции**. Программа микроконтроллера робота на Бейсике и в оттранслированном виде находится на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/09/ robot/robot.zip>**. А по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/09/robot/EPSN0048.zip>** имеется видеофильм, показывающий робот в действии.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Светодиодный фонарь с регулируемой яркостью—2

***И. НЕЧАЕВ**, г. Курск*

Фонарем, в котором вместо традиционной лампы накаливания применены один или несколько сверхъярких светодиодов, сегодня не удивишь. Такой источник света относительно недорог и его можно купить, но если у вас уже есть ламповый фонарь, целесообразно переделать его в светодиодный. В журнале опубликованы описания нескольких подобных осветительных приборов, в том числе и с регулируемой яркостью света. Сегодня мы предлагаем вниманию читателей еще один. От описанных ранее он отличается отсутствием в преобразователе напряжения накопительного дросселя, что упрощает конструкцию и облегчает ее повторение.

Как известно, светодиод имеет нелинейную вольт-амперную характеристику с характерной "пяткой" на начальном участке. При питании его от гальванической или аккумуляторной батареи, напряжение которой в процессе эксплуатации постепенно уменьшается, яркость излучения изменяется в широких пределах. По этой причине для питания светодиодов, используемых в фонарях, приходится применять электронные стабилизаторы напряжения или тока, а для повышения КПД — преобразователи напряжения (повышающие или понижающие). Если сделать такой преобразователь регулируемым, нетрудно реализовать и плавное изменение яркости фонаря. Описания подобных конструкций в журнале публиковались неоднократно [1—4]. Их основой являются преобразователи напряжения с накопительным дросселем. Упростить изготовление светодиодного фонаря можно, если применить преобразователь с накопительным конденсатором.

Принципиальная схема фонаря с таким преобразователем показана на **рис. 1**. На элементах DD1.1, DD1.2 собран генератор импульсов прямоугольной формы с регулируемой (переменным резистором R1) скважностью. Частота следования импульсов — несколько килогерц. Через буферный каскад (элементы DD1.3, DD1.4) импульсы поступают на затворы полевых транзисторов сборки VT1, выполняющих функции электронного ключа. Сопротивление каналов этих транзисторов в открытом состоянии, в худшем случае, не превышает нескольких десятых долей ома, а максимальный ток достигает нескольких ампер.

В устройстве применен сверхъяркий светодиод EP2012-150BW1. Он снабжен большой собирающей линзой, благодаря чему диаграмма направленности его излучения довольно узка (около 10°). Максимальный рабочий ток этого светодиода — около 150 мА, а светить он начинает при напряжении 3 В. Питается фонарь от батареи из двух гальванических элементов.

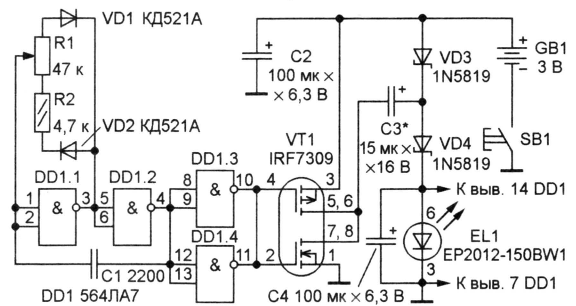


Рис. 1

Работает устройство следующим образом. При нажатии на кнопку SB1 напряжение батареи GB1 поступает на исток верхнего (по схеме) транзистора сборки VT1, а через диоды VD3, VD4 — на микросхему DD1 и светодиод EL1. При этом напряжении через светодиод протекает ток не более нескольких миллиампер, поэтому он светит слабо (а если элементы батареи несвежие, не светит совсем). Прямоугольные импульсы с выхода буферного каскада (соединенные вместе выводы 10, 11 микросхемы DD1) поступают на затворы транзисторов сборки VT1. В результате они поочередно открываются, конденсатор C3 начинает перезаряжаться и напряжение на конденсаторе C4 повышается. Яркость светодиода при этом также растет. Изменяя скважность импульсов генератора переменным резистором R1, можно регулировать напряжение на конденсаторе C4, а значит, и яркость свечения фонаря. Как видно, напряжение с конденсатора C4 подается и в цепь питания микросхемы DD1, поэтому на затворы транзисторов сборки VT1 поступает напряжение, большее напряжения батареи, что повышает КПД устройства.

Кроме указанного, в фонаре можно применить и другие сверхъяркие светодиоды, например, EP2034-150BW1 (у него более широкий — около 20° — угол излучения). Микросхема 564ЛА7 (DD1) заменима четверкой элементов ИЛИ—НЕ (564ЛЕ5) или аналогичной зарубежного производства в пластмассовом корпусе SOT-8, диоды КД521А (VD1, VD2) — диодами КД521Б, КД521В, КД522Б; 1N5819 (VD3, VD4) — импульсными выпрямительными с барьером Шотки. Переменный резистор R1 — регулировочный СП3-4аМ, СП3-9а, СП4-1а, постоянный R2 — Р1-12 (для поверхностного монтажа), конденсатор C1 — керамический К10-17в или аналогичный импортный, C2—C4 — оксидные танталовые для поверхностного монтажа. Кнопка SB1 — имеющаяся в переделываемом фонаре, но можно применить и любую другую.

Конструкция преобразователя зависит от размеров корпуса фонаря (его желательно выбирать побольше, чтобы внутри было достаточно свободного пространства для размещения платы с элементами). Для фонаря прямоугольной формы подойдет миниатюрная печатная плата из двусторонне фольгированного стеклотекстолита, изготовленная в соответствии с **рис. 2**,а (фольга второй стороны использована в качестве общего провода). Размещение деталей на плате показано на рис. 2,б. Для прохода проволочных перемычек, соединяющих отрицательные обкладки конденсаторов C2, C4, а также выводы 7 микросхемы DD1

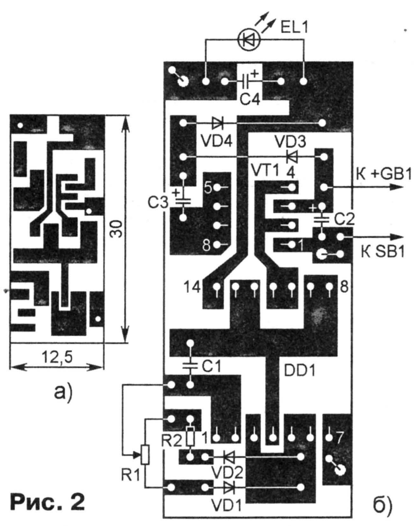


Рис. 2

и 1 сборки VT1 с фольгой общего провода, в плате сверлят три отверстия. Внешний вид смонтированного устройства показан на **рис. 3**. Переменный резистор устанавливают в удобном месте и снабжают ручкой, светодиод (его цоколевка

Рис. 3

изображена на **рис. 4**) размещают на месте лампы накаливания.

Налаживать устройство следует со свежей батареей питания. Установив движок переменного резистора R1 в нижнее (по схеме) положение, подключают параллельно контактам кнопки SB1 миллиамперметр и убеждаются в том, что светодиод слабо светит. При перемещении движка резистора вверх (также по схеме) яркость должна увеличиваться, а ток возрастать. Конденсатор C3 подби-



Рис. 4

рают таким образом, чтобы максимальный потребляемый ток не превышал 180...200 мА. Затем проверяют работоспособность фонаря при пониженном напряжении. Он должен светить при уменьшении его до 1,9...2 В, при этом яркость, конечно же, уменьшится. Как показали испытания, КПД преобразователя в интервале питающего напряжения 2...3 В и различной яркости светодиода находится в пределах 60...82 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ращенко И.** Карманный фонарь на светодиодах. — Радио, 2004, № 1, с. 36, 37.
2. **Баширов С.** Электронный фонарь с одним светодиодом. — Радио, 2004, № 9, с. 54, 55.
3. **Нечаев И.** Светодиодный фонарь с регулируемой яркостью. — Радио, 2005, № 2, с. 51, 52.
4. **Кавыев А.** Светодиодный фонарь с регулируемой яркостью и режимом "Маяк". — Радио, 2006, № 2, с. 45, 46.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов, фото — автора

Палочка с загадкой

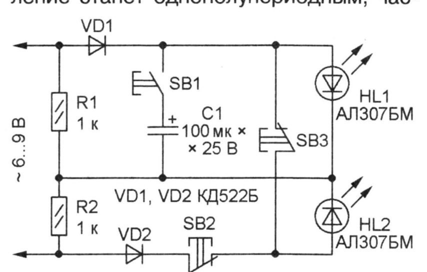
А. ЧЕЛЕВИЧ, г. Гомель, Белоруссия

Если бысто перемещать карандаш на фоне экрана телевизора, покажется, что он движется скачками. Стробоскопический эффект — так называется это явление — возникает из-за того, что телевизионный экран каждые 20 мс на некоторое время гаснет и только инерционность нашего зрения делает эти мерцания почти незаметными. Похожий эффект можно наблюдать в помещении, освещенном единственной люминесцентной лампой.

А глядя на движущийся прерывистый источник света, увидим линию, состоящую из ярких светящихся рисок и темных промежутков между ними. Таким способом можно изучать, например, процессы, происходящие в электрических выпрямителях. Достаточно двигать светодиод, через который пропущен выпрямленный ток, и внимательно следить за линией, которую он "рисует". Поможет в этом несложная конструкция в виде палочки, на одном конце которой расположены два светодиода, а на другом — три кнопки, нажимая на которые, можно менять режим выпрямления. Внутри палочки находится несколько радиодеталей, соединенных по схеме, изображенной на **рисунке**.

При показанном здесь состоянии контактов кнопок SB1—SB3 диоды VD1 и VD2 образуют двухполупериодный выпрямитель. Точка соединения резисторов R1 и R2 заменяет требующийся в таком выпрямителе отвод от середины обмотки трансформатора—источника выпрямляемого напряжения. Эти же резисторы служат ограничителями тока светодиодов HL1 и HL2. Замкнутыми контактами кнопки SB3 светодиоды соединены параллельно и вспыхивают одновременно с частотой 100 Гц. В результате при быстром движении палочки перпендикулярно линии размещения светодиодов мы увидим две одинаковые прерывистые линии.

Если нажать на кнопку SB2, выпрямление станет однополупериодным, час-



тота вспышек, по-прежнему одновременных, уменьшится до 50 Гц, причем паузы между ними станут значительно длиннее. Все это можно наглядно увидеть, размахивая палочкой.

При отпущенной кнопке SB2, но нажатой SB3, получим два отдельных однополупериодных выпрямителя, работающих в "противофазе". Когда на аноде диода VD1 плюс входного напряжения, ток потечет через этот диод, светодиод HL1 и резистор R2. Со сменой полярности напряжения ток в этой цепи прекратится, но потечет через диод VD2, светодиод HL2 и резистор R1. Таким образом, светодиоды будут вспыхивать с частотой 50 Гц, однако (в отличие от предыдущего случая) поочередно. Линии, которые "чертит" в воздухе палочка, сместятся: светящимся отрезкам одной из них теперь соответствуют темные промежутки в другой.

Нажав на кнопку SB1, можно продемонстрировать действие сглаживающего конденсатора C1. При двухполупериодном выпрямлении выпрямленное напряжение станет практически постоянным, а световые линии — непрерывными. Когда выпрямление однополупериодное, сглаживающее действие конденсатора той же емкости значительно ослабевает. Поэтому напряжение остается заметно пульсирующим, а светящиеся отрезки лишь удлиняются. Даже если они сливаются, спад яркости каждого отрезка в направлении движения палочки хорошо заметен.

Детали устройства припаяны к контактным площадкам, вырезанным на плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 280×7 мм. Расстояние между установленными на ней светодиодами — 15 мм. Монтаж выполнен многожильным изолированным проводом. Плата помещена внутрь пустотелого бамбукового стебля, предварительно расколотого вдоль оси, а затем склеенного.

В качестве кнопок применены микропереключатели МП-7Ш. Диоды КД522Б можно заменить любыми маломощными кремниевыми. Светодиоды подойдут не только красного, но и другого цвета свечения. Главное, чтобы они были одинаковыми, иначе при параллельном соединении один может светиться заметно слабее другого.

Подаваемое на "палочку" переменное напряжение получают из сетевого с помощью любого понижающего трансформатора. Потребляемый ток очень незначителен, поэтому подойдет даже самый маломощный трансформатор с напряжением вторичной обмотки не менее указанного на схеме. Излишек можно погасить включенным последовательно с обмоткой резистором.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

РАДИО
тел. 207-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Лидеры — EK6YL и команда RK9SXD

Первые (между прочим, телеграфные) всесоюзные соревнования женщин-коротковолновиков на призы журнала "Радио" состоялись более 50 лет назад — в декабре 1955 г. Отчет об этих соревнованиях, опубликованный в мартовском номере журнала за 1956 г., не содержит детальной информации о том, сколько коллективных и индивидуальных радиостанций приняло участие в тех соревнованиях. Есть лишь такие цифры — в сумме примерно на двухстах радиостанциях работали 600 операторов, а лучший результат по числу корреспондентов был 87 радиостанций. Победили в тех соревнованиях Антонида Семенова (UA9DA) и команда коллективной радиостанции Запорожского радиоклуба UB5KEP (Г. Олондарь, Е. Новач, Н. Соколова). У наблюдателей лучшей была спортсменка из Ельца Вера Зайцева (UA3-15062).



Светлана Житникова (RA9ACL) шлет всем участникам и участницам сердечный привет.



Семья Гамбарян — сын Тарон (EK8WA), Анна (EK6YL) и супруг Овик (EK6TA).

Когда соревнования окончательно "встали на ноги", их стали проводить ЦРК и ФРС. Со временем они приобрели статус чемпионата страны. Лет 15 назад, к сожалению, "большие" женские соревнования практически прекратили свое существование — даже сейчас, когда уровень радиолюбительства в нашей стране во многом восстановился, в женском чемпионате участниц совсем немного — в этом году четыре индивидуальные радиостанции и команды пяти коллективных радиостанций. На этом фоне YL/OM CONTEST на призы журнала "Радио" выглядит получше, но все равно — число участниц остается невысоким.

На первое место в этом году вышла Анна Гамбарян (EK6YL). Она уже была первой в позапрошлом году, а в прошлом поделила второе-третье места с Ольгой Скобелевой (RA3TYL). Ольга в этом году заняла третье место, пропустив вперед Светлану Житникову (RA9ACL). В прошлом году Светлана была на шестом месте.

У команд коллективных радиостанций лучшими были операторы RK9SXD Елена Бычкова и Азалия Тавтилова. Фото этих девушек было опубликовано совсем недавно — на с. 62 в июньском номере журнала за этот год.

В подгруппе наблюдателей лучшей была Дарья Новикова (R3M-05-2).

Завершит наш рассказ об этих соревнованиях письмо одной из победительниц.

"В январе этого года исполнилось 20 лет, как я получила позывной RA9ACL. А начиналось все с любви к чтению. В седьмом классе я прочитала книгу Жака Реми "Если бы парни всей Земли...". В ней рассказывалось о радиолюбителях, которые приняли сигнал SOS и организовали помощь морякам, терпящим бедствие. Меня потрясла не столько сама история,

сколько то, что, не выходя из дома, можно связываться с разными странами. Я думала, что радиолюбители есть только в больших городах — в Москве и Ленинграде, но не у нас, в маленьком шахтерском городке Копейске.

А спустя несколько месяцев в школу пришел руководитель кружка со станции юных техников и стал рассказывать, что такое радиосвязь на КВ, показывать QSL-карточки.

Как тут не поверить в судьбу?

Спасибо замечательному человеку — Захарову Юрию Матвеевичу (RU9AZ), благодаря которому я стала заниматься радиосвязью. Мое увлечение повлияло и на выбор профессии, я поступила в Челябинский радиотехнический техникум.

Пять лет назад я вернулась в этот техникум уже в качестве преподавателя. Веду свой любимый предмет "Радиопередающие устройства" и занимаюсь со студентами на нашей коллективной радиостанции RK9AWN.

Наверное, за любой женщиной-радиолюбительницей стоит мужчина-радиолюбитель, а у меня есть друзья. Они составляют костяк RK9AWN: Сергей Полянский (RA9AA), Павел Брагин (RX9AW), Илья Падерин (RZ9AW), Александр Марченко (RZ9AN), Андрей Белишко (RZ9AR) и бывший начальник "коллективки" Олег Рыбаков (RX9AX). Спасибо им за то, что они приняли меня в свой коллектив и доверили его возглавить.

В прошлом году в YL/OM CONTEST я заняла 6-е место — работала только на 14 МГц (на 7 МГц не было антенны). А в этом году работала уже на двух диапазонах, но на двадцатке совсем не было прохождения. Мне очень нравятся эти соревнования! Не часто в эфире встретишь женщин, а здесь за два часа столько YL!

Спасибо редакции журнала "Радио" за то, что есть такие соревнования, а всем участникам-ОМ за то, что поддерживают YL!

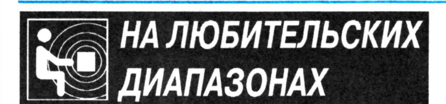
73 и 88!

Светлана Житникова (RA9ACL)".

До встречи в соревнованиях следующего года!

Итоги соревнований YL/OM CONTEST (место, позывной, очки)

YL SOAB		
1	EK6YL	94
2	RA9ACL	74
3	RA3TYL	73
4	UR4LWV	58
5	RK3VA	55
6	RV3ADL	39
YL MOAB		
1	RK9SXD	81
2	RK4CYW	62
3	UR4SWC	57
4	RK3EXG	49
5	RZ9MYL	48
6	RK1QWX	38
7	RK6YYB	38
8	RZ9UWZ	37
9	RK3XWD	35
10	UT7AXA	33
11	RK0SXR	32
12	RK3WWC	27
13	EW8ZZ	26
14	RK1NWG	26
15	RK9FXM	22
16	RK3XWL	19
17	RK3MWX	18
18	UA9UWM	16
SWL YL		
1	R3M-052	30
2	RK3M-08	18
OM SOAB		
1	EK3SA	29
2	RZ6AU/3	28
3	EW7LO	24
4	RZ6HDX	24
5	UA9AX	24
6	EW7EW	23
7	RV3QX	22
8	UA4LU	21
9	UA4ACP	19
10	RN4AO	18
11	RW3QW	17
12	RA6AAW	16
13	RX3FS	16
14	LY2LF	15
15	RV9CVA	15
16	RU3EJ	14
17	RW3AI	14
18	UA0BBA	14
19	RA3QFY	13
20	UA9UDX	12
21	RV3AZ	11
22	RU4AO	10
23	RA9XU	9
24	RV3FD	8
25	UA9UCK	7
26	EK6TA	4
27	EK8SK	4
28	EK8WA	4
29	UA0SBQ	4
30	YL3DX	3
31	U3DI	2
32	RN0JN	1
OM MOAB		
1	RK9SWF	27
2	RK1NWI	20
3	RK1QXI	12
4	RK9CYA	11
5	RK3MXH	10
6	RZ9UZV	9
7	RA9UWD	8
SWL OM		
1	R3A-847	18



Новости

Репитеры в г. Москве и Московской области

В середине августа текущего года коллектив редакционной радиостанции R3R, находящейся в Центральном административном округе г. Москвы, решил проверить, какие репитеры действуют в регионе. Использовалась аппаратура Icom IC-746 ($P_{вых}$ = 10 Вт) и антенна 5/8λ на четырехэтажном здании. В результате принимались сигналы или получены "отклики" следующих репитеров (рабочий канал, частота приема и передачи [МГц], состояние, QTH): R0 (145,000; 145,600), отклик, г. Серпухов; R0X (145,0125; 145,6125), слышен слабо, г. Сергиев Посад; R1 (145,025; 145,625), отклик, г. Москва (Кунцево); R2 (145,050; 145,650), слышен слабо, г. Павловский Посад; R4 (145,100; 145,700), слышен слабо, г. Троицк; R5 (145,125; 145,725), отклик, г. Сергиев Посад; R7 (145,175; 145,775), слышен слабо, г. Дубна либо г. Орехово-Зуево.

Места расположения репитеров определены согласно информации сайтов <**QRZ.RU**> и <**EchoLink.ru**>.

Соревнования "Память"

В этом году в положение об этих соревнованиях изменений не вносилось. Они пройдут с 5 до 9 UTC 16 декабря 2006 г. на диапазонах 20, 40 и 80 метров CW и SSB. К участию в соревнованиях приглашаем коротковолновиков всех стран мира.

Зачетные подгруппы. Зачет производится только по всем диапазонам отдельно CW, SSB и MIXED в пяти подгруппах: среди станций с одним оператором и станций с несколькими операторами, работающих в память о друзьях и наставниках; среди всех остальных станций с одним оператором и с несколькими операторами; среди наблюдателей.

Зачетные радиосвязи. В зачет идут все QSO независимо от QTH корреспондента. Повторные связи разрешаются на разных диапазонах, а в смешанном зачете — и на одном, но разными видами работы.

(Окончание см. на с. 71)

Фото с WRTC

Российская команда в составе Евгения Даниэльяна (RW3QC) и Валерия Петрова (RW3GU) была лучшей среди наших команд, принимавших участие во Всемирном командном чемпионате по радиосвязи (WRTC). Она заняла девятое место, но цена этого места заметно выше. Антенное хозяйство радиостанции, которое по условиям чемпионата должны были обеспечить организаторы соревнований, частично оказалось не в рабочем состоянии. Вместо отдыха и подготовки к соревнованиям, спортсменам пришлось заниматься ремонтными работами...

***На фото**: RW3QC (слева) и RW3GU на рабочей позиции.*



Датчик КСВ-метра — хорошо забытое старое

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Иногда хорошо забытые методики и решения тех или иных задач могут оказаться полезными и в наши дни несмотря на все успехи науки, техники и технологии за прошедшие годы. Датчик падающей и отраженной волн, о котором речь пойдет в этой статье, применялся радиолюбителями до середины 50-х годов прошлого века. Он был вытеснен датчиками, использующими широкополосные трансформаторы с магнитопроводами из карбонильного железа или феррита. Но и сегодня датчик "старого типа" позволяет в любительских условиях сделать хороший, действительно широкополосный измеритель падающей и отраженной мощности, т. е. КСВ.

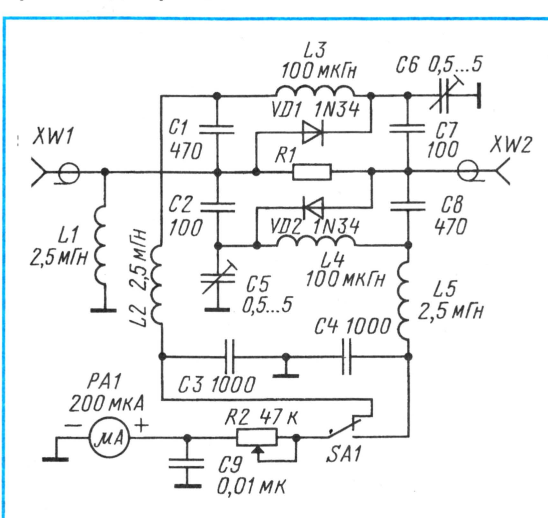
Применительно к задачам любительской радиосвязи датчик падающей и отраженной волн должен обеспечивать достоверные показания в широкой полосе частот — от 1,8 до 30 МГц. Частотные пределы у распространенных в наши дни КСВ-метров с высокочастотным трансформатором ограничивает в первую очередь трансформатор. С появлением кольцевых магнитопроводов из феррита и карбонильного железа эта проблема вроде бы была решена — появились ВЧ трансформаторы, параметры которых сохраняются при изменении рабочей частоты в десять и более раз.

Казалось бы, сегодня проблема датчиков КСВ-метров надежно закрыта. Так оно и есть, когда речь идет о профессиональной аппаратуре и о выпускаемой промышленностью аппаратуре для любительской радиосвязи.

В радиолюбительской литературе опубликовано немало описаний подобных самодельных КСВ-метров. Однако, решив изготовить такой прибор по описанию в журнале, радиолюбитель очень часто сталкивается с проблемой найти подходящий по размерам и параметрам магнитопровод для высокочастотного трансформатора. В розничной торговле их почти не бывает, а покупка магнитопроводов на радиолюбительских рынках — это, чаще всего, операция "кот в мешке".

Если удалось приобрести магнитопровод, близкий по характеристикам к тому, что использовал автор повторяемой конструкции, то возникает следующий вопрос — что надо изменить в конструкции трансформатора, чтобы он нормально работал в требуемой полосе частот. Доступной методики проверки таких трансформаторов в радиолюбительской литературе нет, поэтому часто их делают по принципу "как получится".

В итоге радиолюбитель получает не измерительный прибор, а чего-то там показывающий индикатор. Между тем при изготовлении широкополосного (работающего во всей полосе частот КВ диапазона) КСВ-метра можно вообще обойтись без высокочастотного трансформатора, заменив его на резистор... Именно так и делали радиолюбители в те годы, когда высококачественные магнитопроводы были им практически недоступны.



На **рисунке** приведена схема КСВ-метра, который использовал в согласующем устройстве американский радиолюбитель Алан Кинг (Allan W. King, "The "Z-Match" Antenna Coupler", QST, 1955, May, p. 11—13, 116, 118). В измерительный мост, который регистрирует падающую волну, входят R1, C6 и C7, а отраженную волну — R1, C2 и C5. Напряжение в диагоналях моста измеряют вольтметрами на диодах VD1 и VD2 соответственно.

Самый ответственный элемент этого КСВ-метра — безындукционный низкоомный резистор R1. В авторском варианте прибора этот резистор имел сопротивление 0,625 Ом и рассеиваемую мощность 8 Вт. Он был набран из 16 включенных параллельно резисторов сопротивлением 10 Ом и рассеиваемой мощностью 0,5 Вт каждый. Разумеется, что эти резисторы должны быть не проволочными.

КСВ-метр предназначался для использования с передатчиком с выходной мощностью 250 Вт. При этом ток через резистор в случае хорошего согласования (КСВ около 1) будет около 2,3 А, а мощность, рассеиваемая резистором R1, — примерно 3,3 Вт. Заметный запас по рассеиваемой мощности выбран автором, по-видимому, для перестраховки, так как при больших КСВ ток через этот резистор может в определенных ситуациях быть больше приведенного выше значения.

Однако на практике настройку согласующего устройства, как правило, производят при уменьшенной мощности, поэтому мощность рассеивания этого резистора может быть и той, что требуется при малых значениях КСВ. Причем для случая КСВ = 1 она рассчитывается просто по законам Ома и Джоуля.

Номинал резистора R1 в определенных пределах не критичен. При выборе его учитывают два условия. Во-первых, есть ограничение снизу — при максимальной выходной мощности (и, следовательно, максимальном токе через него) падение напряжения на этом резисторе должно быть не менее 1 В. Во-вторых, есть ограничение сверху — потери мощности на нем должны быть незначительны по сравнению с выходной мощностью передатчика. Второе условие подкрепляется необходимостью не увеличивать заметно мощность рассеивания этого резистора, усложняя тем самым конструкцию прибора.

Как и в КСВ-метре с ВЧ трансформатором, подстроечные конденсаторы C5 и C6 должны быть с воздушным диэлектриком. Диоды VD1 и VD2 — высокочастотные германиевые (например, Д18).

В целом настройка и калибровка этого прибора не отличается от этих процедур для КСВ-метров с ВЧ трансформатором. Подключив на выход прибора (разъем XW2) эквивалент антенны конденсатором C5, добиваются балансировки моста отраженной волны. Затем эквивалент антенны подключают к разъему XW1 и балансируют второй мост схемы конденсатором C6.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

Новости СРР

Регламент любительской радиослужбы

В соответствии с Планом разработки проектов нормативных документов Федерального агентства связи на третий квартал этого года установлен срок завершения работы над проектом "Регламента любительской службы". В четвертом квартале текущего года запланировано рассмотреть проект "Регламента" на заседании Государственной комиссии по радиочастотам.

Одновременно в целях реализации постановления Правительства РФ № 279 от 03.05.2005 г. "О радиочастотной службе" в ноябре 2006 г. запланировано рассмотрение проекта "Инструкции о порядке формирования и присвоения позывных сигналов радиоэлектронным средствам", которая, в том числе, будет определять порядок формирования и присвоения позывных сигналов радиолюбительских РЭС.

Выданы дипломы

В период с апреля по июль текущего года обладателями дипломов СРР стали:

"Россия на всех диапазонах" — UA9MC;

"Россия"-mixed — пять российских коротковолновиков;

"Россия"-phone — четыре российских коротковолновика;

"Россия"-CW — один белорусский и семь российских радиолюбителей;

"Р-6-К" — 14 индивидуальных и две коллективные российские радиостанции;

"Р-100-Р" — 17 индивидуальных и две коллективные российские радиостанции;

"RAEM" (почетный) — 35 российских коротковолновиков;

"RAEM" (базовый) — 23 индивидуальные и одна коллективная российские радиостанции.

Основной тракт современного трансивера прямого преобразования

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Луганск, Украина

За последнее десятилетие на рынке электронных компонентов появилось много новых быстродействующих цифровых микросхем и высококачественных малошумящих ОУ. Это позволило конструкторам радиолюбительской приемно-передающей аппаратуры, в частности, прямого преобразования, разрабатывать и создавать трансиверы, не уступающие по основным электрическим характеристикам (чувствительности, динамическому диапазону, избирательности) современной высококлассной аппаратуре, выполненной по традиционной схемотехнике (супергетеродина). Об одном из основных узлов такого трансивера прямого преобразования (ТПП), построенного с применением современных компонентов, рассказывает эта статья.

Трансиверы прямого преобразования быстро завоевали популярность среди радиолюбителей простотой схемы и относительно высокими электрическими характеристиками. В немалой степени этому способствовали статьи и книги [1—10] известного конструктора и популяризатора техники прямого преобразования В. Т. Полякова (RA3AAE). Журнал "Радио" неоднократно публиковал удачные конструкции ТПП с фазовым подавлением зеркальной боковой полосы [11, 12], построенные по классической схеме на низкочастотных LC-фазовращателях (НЧФВ). Основными недостатками подобных решений были однодиапазонность, невысокое, по сегодняшним меркам, подавление зеркальной боковой полосы, сложность намотки многовитковых катушек и настройки НЧФВ, подверженность магнитным наводкам, что представляло определенные трудности при повторении конструкции, особенно начинающими радиолюбителями. Особо хочется отметить трансивер на 160 метров [13], в котором ценой определенных компромиссов автору удалось убрать трудоемкие элементы и создать легко повторяемую конструкцию, что в немалой степени способствовало приобщению к радиолюбительской связи на КВ сотен новых радиолюбителей.

Предлагаемый вариант основного тракта обработки сигнала является логическим продолжением реализации нового подхода в конструировании ТПП, подробно описанного в [14]. Автор ставил перед собой задачу сделать конструкцию, легко повторяемую в домашних условиях и не требующую сложных регулировочных работ. Для налаживания устройства достаточно цифрового мультиметра с функцией измерения емкости конденсаторов. При применении исправных деталей указанных номиналов и отсутствии ошибок в монтаже основная плата ТПП запускается сразу, обеспечивая параметры не хуже заявленных. Для успешного повторения конструкции потребуются только аккуратность и терпение.

Основные технические характеристики приемно-передающего тракта

Диапазоны рабочих частот, МГц 1,8; 3,5; 7; 14
Полоса пропускания приемного тракта (по уровню –6 дБ), Гц . . . . .400...2500
Чувствительность приемного тракта с входа смесителя, мкВ, при полосе пропускания 2,1 кГц и отношении сигнал/шум 10 дБ, не хуже 0,3*
Коэффициент усиления тракта (макс.) . . . .$25 \cdot 10^4$
Напряжение собственных шумов на выходе УНЧ, при максимальном $K_{ус}$ и подключенной на входе ТПП нагрузке сопротивлением 50 Ом, мВ, не более 25
Диапазон допустимых входных сигналов в полосе пропускания, дБ, не менее 100
Динамический диапазон по перекрестной модуляции (ДД2), дБ, при 30 % АМ и расстройке 50 кГц, не менее, на диапазоне:
- 160 метров 116*
- 80 метров 110*
- 40 и 20 метров 106*

Избирательность по соседнему каналу, дБ, при расстройке от частоты несущей на –5,5 кГц и +3 кГц), не менее 80
Подавление зеркальной боковой полосы, дБ, не менее, на диапазоне:
- 160 метров 54*
- 80 метров 52*
- 40 метров 46*
- 20 метров 48*

Коэффициент прямоугольности сквозной АЧХ по уровням:
- –6/–40 дБ 1,4
- –6/–60 дБ 3,2
- –6/–80 дБ 4

Диапазон регулировки АРУ, дБ, при изменении выходного напряжения на 12 дБ, не менее 72
Диапазон РРУ, дБ, не менее 84
Выходная мощность тракта НЧ на нагрузке 8 Ом, Вт, не менее .0,5
Напряжение на выходе тракта в режиме CW на нагрузке 50 Ом, В (эфф.), не менее .0,7
Подавление несущей частоты сигнала, дБ, не хуже 50*
Ток, потребляемый от внешнего стабилизированного источника питания с напряжением 13,8 В, А, не более .0,3

** Указанные цифры соответствуют возможностям измерительной аппаратуры, примененной автором, и в действительности могут быть выше.*

Большой динамический диапазон приемного тракта и эффективная работа АРУ получены за счет оптимального распределения коэффициентов усиления нерегулируемых каскадов и расширения допустимых уровней входных сигналов в полосе пропускания. Принцип последовательной селекции, когда, кроме основного активного полосового фильтра, в каждом усилительном каскаде полоса пропускания ограничена до 300...3000 Гц, обеспечил высокую избирательность. Для подавления зеркальной боковой полосы применен многозвенный НЧ фазовращатель в четырехфазной системе сигналов [10], позволяющий относительно простыми средствами, несмотря на большое число элементов, получить хорошее подавление и высокую температурную и временную стабильность параметров. Для получения четырехфазной системы ВЧ сигналов применен цифровой фазовращатель, позволивший создать многодиапазонную конструкцию. Высокая помехоустойчивость, в том числе к наводкам от электросети, обеспечена за счет применения во всех критичных узлах (смеситель-детектор, предварительный УНЧ, НЧ фазовращатель-полифазер) дифференциальных усилителей сигналов. Восьмизвенный НЧ фазовращатель и основной ФСС — общие, работают как при приеме, так и при передаче сигнала. Это позволило сократить число деталей и, соответственно, уменьшить размеры платы. Применена электронная коммутация всех режимов работы тракта. Выполнение всей конструкции на одной плате позволило выбрать оптимальную компоновку, исключить ошибки при монтаже, а также обеспечить хорошую общую и взаимную экранировку функциональных основных узлов.

Рассмотрим работу основного тракта обработки сигнала (узел У5), показанного на **рис. 1** в составе структурной схемы трансивера прямого преобразования. Главная задача узла У5 — преобразование сигнала, его селекция, выделение полезной и подавление зеркальной боковой полосы, усиление полезного сигнала. В режиме приема сигнал с выхода ДПФ поступает на смеситель-детектор U3, в качестве которого применена половина быстродействующего сдвоенного четырехканального комму-

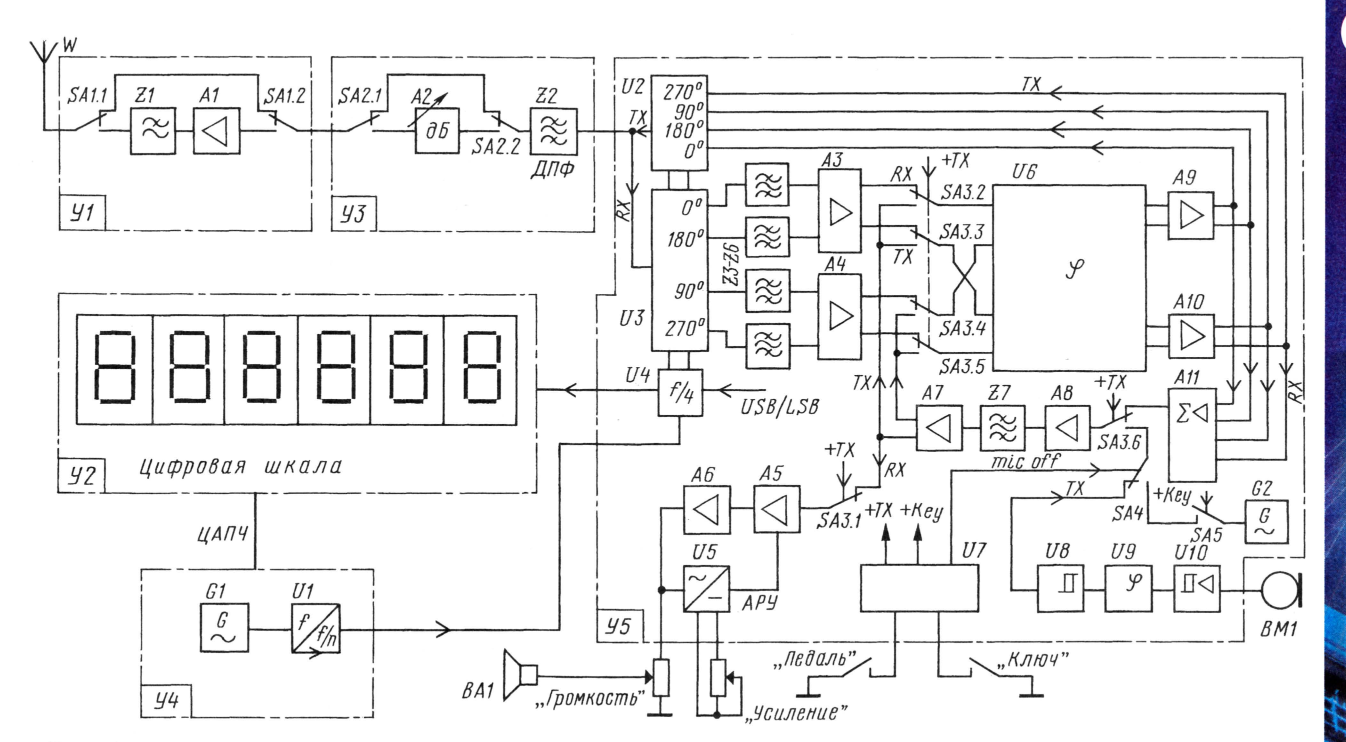


Рис. 1

татора FST3253 со средним временем переключения 3...4 нс. Вторая половина коммутатора работает как смеситель-модулятор U2 при работе на передачу. Применение четырехканального коммутатора позволило существенно упростить схему, поскольку часть функций фазовращателя выполняет внутренняя логика коммутатора, на адресные входы которой поступают сигналы управления из узла U4. Смена рабочей боковой полосы происходит при изменении очередности импульсов управления, поступающих со счетчика (U4) на коммутатор. При этом частота гетеродина трансивера должна быть выше рабочей частоты сигнала в четыре раза. На выходе смесителя образуется четырехфазная система сигналов, которые, после предварительной фильтрации однозвенными ФНЧ Z3...Z6 и предварительного усиления усилителями A3, A4, через электронный переключатель SA3.2 — SA3.5 поступают на НЧ фазовращатель U6. К выходам U6 подключены усилители A9, A10, компенсирующие затухание сигналов в фазовращателе. Далее сигналы полезной боковой полосы, получившие нулевой фазовый сдвиг, складываются на сумматоре A11, а сигналы зеркальной боковой полосы, получившие фазовый сдвиг 180°, вычитаются и подавляются. К выходу сумматора через контакты переключателя SA3.6 подключен активный основной полосовой фильтр, состоящий из включенных последовательно нормирующего усилителя A8, ФСС Z7 и буферного усилителя A7. Выделенный полезный сигнал через контакты переключателя SA3.1 поступает на УНЧ, состоящий из управляемого напряжением усилителя A5 и оконечного A6. К выходу A6 подключен детектор АРУ U5 и через регулятор громкости — громкоговоритель BA1.

В режим передачи тракт переводят нажатием на педаль или телеграфный ключ. В первом случае, в узле управления U7 формируется сигнал +TX, который меняет состояние электронного переключателя SA3 на противоположное. При этом отключаются УНЧ и смеситель-детектор U3. Включается микрофонный усилитель и активизируется смеситель-модулятор U2.

В микрофонном усилителе применен фазовый ограничитель последовательного действия, сжимающий динамический диапазон речевого сигнала [6, 10]. Он состоит из усилителя-ограничителя U10, фазовращателя U9 и подчисточного ограничителя U8. Эта система повышает энергетическую эффективность передатчика на 8...9 дБ (6...8 раз по мощности). Сигнал с микрофонного усилителя через электронный переключатель SA4 и SA3.6 поступает на основной полосовой фильтр A8, Z7, A7. Очищенный от остатков гармоник сигнал, с прямого и инверсного выходов ФСС, поступает на объединенные попарно входы фазовращателя U6. Такое включение необходимо для правильной фазировки полученных на выходе последнего модулирующих квадратурных сигналов. Эти сигналы проходят через компенсирующие усилители A9, A10 и поступают на квадратурный смеситель-модулятор U2. На выходе U2 сигналы полезной боковой полосы, получившие нулевой фазовый сдвиг, складываются и поступают далее на ДПФ, а сигналы зеркальной боковой полосы, получившие фазовый сдвиг 180°, вычитаются и подавляются.

При нажатии на телеграфный ключ в узле управления U7, кроме сигнала +TX, формируются еще два сигнала: mic off, отключающий посредством электронного переключателя SA4 микрофонный усилитель и подключающий вместо него генератор телеграфного сигнала G2, и сигнал +KEY, управляющий манипуляцией этого генератора. Телеграфный сигнал через переключатели SA4 и SA3.6 поступает на основной полосовой фильтр и далее проходит тот же путь, что и микрофонный сигнал.

Принципиальная схема основного тракта показана на **рис. 2**. Некоторые узлы нам уже известны и подробно описаны в [14], там же приведены особенности их работы и требования к деталям.

Тракт работает в режиме приема, если не замкнуты контакты X13 с X14 и X15 с X16. При включении питания сигнал +TX низкого уровня поступит на вывод 1 микросхемы DD2 и разрешит работу смесителя-детектора, одновременно сигнал высокого уровня с выхода элемента DD1.1 поступит на вывод 15 DD2, запрещая работу смесителя-модулятора.

Сигнал с ДПФ через цепь C4R7 поступает на квадратурный смеситель, выполненный на половине микросхемы DD2. Для увеличения быстродействия микросхема DD2 питается повышенным напряжением +6 В от стабилизатора DA11. Резистор R7 улучшает балансировку и выравнивает сопротивления открытых ключей микросхемы (типовое значение 4 Ом ±10 %). На вход коммутатора (вывод 7 DD2) через резистор R10 подано напряжение смещения +3 В, обеспечивающее работу смесителя на линейном участке характеристики. Сигналы управления (гетеродинные), имеющие форму "меандр", поступают на микросхему DD2 с фазовым сдвигом 90° с выходов микросхемы DD3 — синхронного счетчика-делителя на 4. Окончательно их формирует внутренняя логика управления коммутатора DD2, определяя последовательность открывания его четырех ключей. Элементы DD1.2,

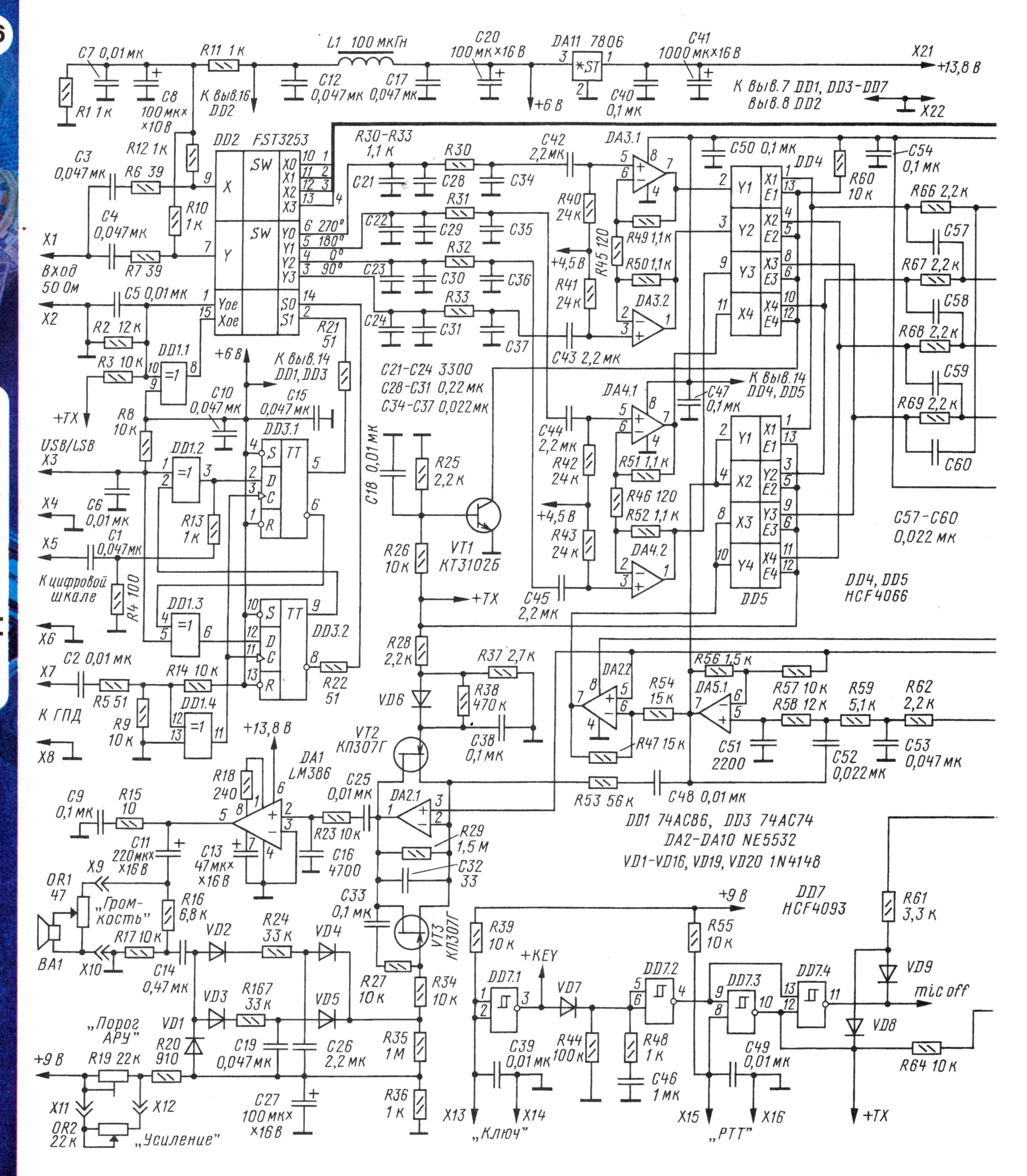
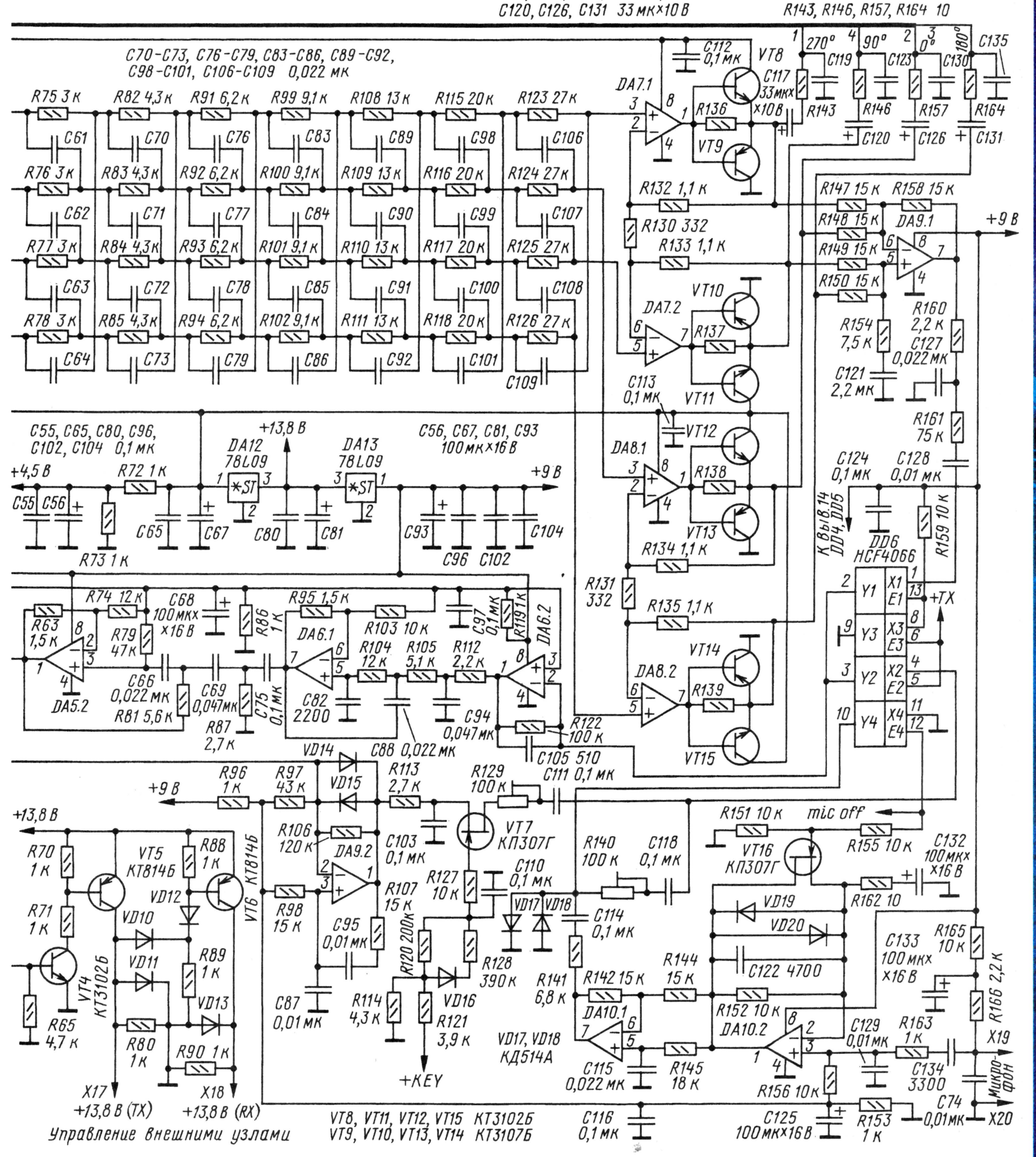


Рис. 2

DD1.3 в цепях обратной связи счетчика DD3 определяют очередность поступления импульсов управления на коммутатор в зависимости от рабочей боковой полосы. В исходном положении — это верхняя полоса, а при замыкании контактов X3 и X4 —нижняя.

К выходу каждого канала детектора подключены конденсаторы C21—C24, C28—C31, ограничивающие его полосу пропускания частотой 3 кГц. Как уже отмечалось в [14], динамический диапазон смесителей, выполненных на быстродействующих коммутаторах ограничен не самим смесителем, а предварительным УНЧ, сверху — за счет прямого детектирования в нем АМ помех, снизу — его шумом, и может быть улучшен на 10...20 дБ установкой дополнительных ФНЧ после смесителя. Эта идея и реализована в описываемом тракте с по-



мощью однозвенных ФНЧ R30C34, R31C35, R32C36, R33C37 с частотой среза 6 кГц. Установка дополнительных RC-фильтров не привела к ухудшению чувствительности (инструментально это зафиксировать не удалось), но самым положительным образом сказалась на реальной избирательности тракта, обеспечивая хорошее подавление внеполосных помех. Чтобы не внести в полезный сигнал заметный дополнительный фазовый сдвиг, резисторы и конденсаторы во всех четырех каналах должны быть термостабильны и подобраны с точностью не хуже 0,5 % (здесь и далее подразумевается точность подбора элементов четырех каналов между собой, абсолютное значение может иметь разброс до 5 %).

ОУ DA3, DA4, включенные по схеме дифференциального измерительного

усилителя, улучшают симметрию сигналов и подавляют синфазные помехи пропорционально $K_{ус}$, т. е. в 19 раз. Такое усиление оптимально, чтобы обеспечить высокую чувствительность и скомпенсировать потери в НЧ фазовращателе в режиме приема. Резисторы в цепях обратной связи R45, R46, R49—R52 подобраны с точностью 0,5 %.

Так как НЧ фазовращатель обрабатывает сигнал как при работе на прием, так и на передачу, для коммутации его входов применены электронные переключатели на микросхемах DD4 и DD5. Выходы предусилителей DA3 и DA4 через открытый в режиме приема сигнала переключатель, микросхему DD4 (микросхема DD5 закрыта сигналом +TX низкого уровня) подключены к четырехфазному восьмизвенному НЧ фазовращателю [10].

Высокая точность фазового сдвига в НЧФВ достигнута применением элементов с допуском ± 5 % (точность подбора четверок элементов должна быть не хуже 0,5 %). Для облегчения подбора элементов был выбран вариант фазовращателя на одинаковых конденсаторах. По сравнению с вариантом в [14] он имеет несколько большее затухание, которое легко компенсируется увеличением усиления предварительного каскада. Оптимальные значения емкостей конденсаторов находятся в интервале 0,01—0,033 мкФ. При конденсаторах большей емкости возможна перегрузка предварительного УНЧ, при меньшей — цепи НЧ ФВ получаются высокоомными и увеличивается опасность помех и наводок. Номиналы резисторов в зависимости от выбранной емкости конденсатора приведены в **таблице**.

C57—C109, мкФ	R66—R69, кОм	R75—R78, кОм	R82—R86, кОм	R91—R94, кОм	R99—R102, кОм	R108—R111, кОм	R115—R118, кОм	R123—R126, кОм
0,01	4,7	6,8	10	13	20	27	43	56
0,015	3,3	4,3	6,2	9,1	13	20	30	39
0,022	2,2	3	4,3	6,2	9,1	13	20	27
0,033	1,5	2	3	3,9	6,2	9,1	13	20

С выхода фазовращателя сигналы поступают на ОУ DA7, DA8, также включенные по схеме дифференциального измерительного усилителя, дополнительно улучшающие симметрию сигналов и подавляющие синфазные помехи пропорционально $K_{ус}$, в 7 раз. Такое усиление достаточно, чтобы скомпенсировать потери в НЧФВ в режиме передачи. Резисторы в цепях обратной связи R130—R135 подобраны с точностью 0,5 %.

Далее четырехфазный сигнал поступает на входы классического сумматора, выполненного на ОУ DA9.1, где благодаря полученным фазовым сдвигам сигналы нижней боковой полосы складываются и усиливаются, а верхней — вычитаются и подавляются. Сигнал с выхода сумматора через пассивный полосовой фильтр R160C127R161C128 поступает на первый ключ (выводы 1—2) электронного переключателя DD6, которым управляет второй ключ (выводы 8—9), включенный инвертором управляющего сигнала +TX. В режиме приема сигнал +TX имеет низкий уровень, поэтому первый ключ открыт и полезный сигнал беспрепятственно поступает на вход нормирующего усилителя ОУ DA6.2. Главная задача этого каскада — обеспечить оптимальные уровни сигнала при приеме и передаче. В режиме приема его $K_{ус}$ = R122/(R161+R160) = 1,3 выбран небольшим, что оптимально для обеспечения максимального диапазона допустимых уровней сигнала в полосе пропускания. Конденсатор C105 ограничивает полосу пропускания каскада частотой 3 кГц. Затем сигнал поступает на активный основной фильтр частоты сигнала ФСС, выполненный на трех последовательно включенных звеньях третьего порядка — одном ФВЧ с частотой среза 350 Гц на ОУ DA5.2 и двух ФНЧ с частотой среза 2900 Гц на ОУ DA6.1 и DA5.1.

Сигнал с выхода ФСС через однозвенный ФВЧ R53C48 с частотой среза 300 Гц поступает на вход регулируемого усилительного каскада на ОУ DA2.1. Его усиление определяется отношением общего сопротивления включенных параллельно в цепи ООС резистора R29 и сопротивления канала полевого транзистора VT3 к сопротивлению резистора R53. При изменении напряжения на затворе VT3 от 0 ...+4,5 В коэффициент усиления DA2.1 изменяется от 40 до 0,002, т. е. от +32 до −54 дБ, что обеспечивает эффективную автоматическую (АРУ) и ручную (РРУ) регулировку общего усиления приемника. Цепь R27R34C33 подает на затвор транзистора VT3 половину напряжения сигнала, что улучшает линейность регулировочной характеристики [14], в результате чего даже при входном сигнале 2 В эфф (максимально возможный сигнал на выходе основного полосового фильтра) нелинейные искажения не превышают 0,1 %.

Сигнал с выхода DA2.1 через однозвенный ФНЧ R23C16 поступает на вход оконечного УНЧ DA1 с $K_{ус}$ = 80 и далее на выход узла, контакт X9, к регулятору громкости, а также через цепь R16R17C14 — на детектор АРУ, выполненный на диодах VD1—VD5 и имеющий две цепи управления — инерционную с конденсатором C26 и быстродействующую с конденсатором C19, улучшающую работу АРУ в условиях импульсных помех. Общая точка соединения элементов детектора АРУ подключена к делителю R19R20R36,0R2, создающему начальное напряжение смещения на затворе транзистора VT3. Для конкретного экземпляра транзистора его устанавливают подстроечным резистором R19 и при необходимости корректируют общее усиление приемника. Резистором 0R2 (он находится вне узла У5) оперативно регулируют общее усиление при прослушивании эфира.

При переключении в режим передачи сигнал +TX высокого уровня через делитель на резисторах R2R3 поступит на вывод 1 микросхемы DD2 и запретит работу смесителя-детектора, при этом сигнал низкого уровня с выхода элемента DD1.1 поступит на вывод 15 DD2, разрешая работу смесителя-модулятора. Также сигнал +TX высокого уровня откроет ключи переключателя DD5, подключая входы НЧФВ к противофазным выходам ФСС (выводы 7 микросхем DA5.1 и DA2.2), а транзистор VT1, инвертирующий сигнал +TX в низкий уровень, закроет ключи переключателя DD4, отключив тем самым предварительные усилители от НЧ фазовращателя и, соответственно, от тракта передачи. Одновременно сигнал +TX высокого уровня закроет первый ключ и откроет третий ключ (вывод 3—4) переключателя DD6, тем самым отключит от нормирующего усилителя выход сумматора и подключит к нему параллельно соединенные выходы микрофонного усилителя и телеграфного генератора.

Микрофонный усилитель-ограничитель (МУО) выполнен на ОУ DA10 и рассчитан на применение электретного микрофона. Питание +9 В на микрофон подается через цепь R165,C133,R166. Резистор R165 определяет ток и, соответственно, режим работы микрофона (в данном случае ток равен 0,75 мА, что подходит для многих типов компьютерных гарнитур). Конденсаторы C74, C129 служат для защиты от ВЧ помех. Сигнал с микрофона поступает на вход усилителя-ограничителя (вывод 3 DA10.2) через пассивный ФВЧ C134R163R156 с частотой среза 5,5 кГц, обеспечивающий подъем ВЧ составляющих спектра порядка 6 дБ/октаву, заметно улучшая качество и разборчивость сформированного сигнала. Пассивная корректирующая цепь ослабляет сигнал микрофона примерно на 14 дБ на частоте 1 кГц, но с учетом того, что электретные микрофоны выдают на выходе сигнал достаточно высокого уровня, позволяет существенно упростить схему без потери качества. Коэффициент усиления DA10.2 определяется соотношением сопротивления резисторов R152, R162 и в данном случае равен 1000, что с учетом ослабления корректирующей цепью в пять раз дает общий $K_{ус}$ = 200. Порог ограничения диодов VD19VD20 — 600 мВ, следовательно, начало ограничения для сигнала микрофона примерно 3 мВ.

Ограниченный практически до прямоугольного сигнал поступает на однозвенный фазовращатель, выполненный на ОУ DA10.1. Собственная частота фазосдвигающей цепи R145,C115 — 400 Гц, и, как показал эксперимент, это обеспечивает несколько лучшие результаты, чем рекомендуемые обычно 500...600 Гц. Для правильной работы фазовращателя резисторы R142, R144 должны иметь одинаковые номиналы в интервале 3,3...100 кОм с разбросом ±1 %. При прохождении через фазовращатель ограниченного НЧ сигнала его гармоники получают фазовый сдвиг 70...100° относительно основной частоты. Форма прямоугольного сигнала сильно искажена, и гармоники, ранее формировавшие крутые фронты, образуют выбросы около вершин синусоидального напряжения основной частоты. Эти выбросы срезает второй ограничитель на диодах VD17VD18 [6, 10].

Электронный переключатель на транзисторе VT16, шунтирующий цепь ООС ОУ DA10.2 и четвертый элемент переключателя DD6 (выводы 10—11), замыкает на общий провод выход МУО, отключая микрофонный усилитель при работе на прием или телеграфом. Им управляет сигнал высокого уровня — mic off. Такое двухступенчатое управление обеспечивает надежное отключение микрофона и полностью исключает появление помех от него.

Генератор телеграфного сигнала выполнен на ОУ DA9.2 по схеме с мостом Вина R98R107C87C95 в цепи положительной ОС. Частота генерации, равная 1000 Гц, определяется по формуле F = 0,159/R98C87. Основной ФСС эффективно подавляет гармоники этой частоты, и на выходе ТПП получается кристально чистый сигнал. Жесткую стабилизацию амплитуды генерируемых колебаний на уровне 0,25 В эфф обеспечивают диоды VD14VD15, включенные встречно-параллельно. Далее сигнал генератора через однозвенный ФНЧ, понижающий уровень гармоник, поступает на транзистор VT7, который непосредственно управляет манипуляцией телеграфного сигнала при поступлении в цепь затвора сигнала +KEY высокого уровня. Этот сигнал поступает на затвор VT7 через делитель на резисторах R114R121, снижающий уровень напряжения до +4,3...4,5 В. Цепь VD16R120R128C110 формирует сигнал +KEY трапецеидальной формы с длительностью фронта 15 и спада 20 мс. Такие значения оптимальны, на взгляд автора, для средних скоростей передачи 90...120 знаков в минуту. Если вы любите работать с большей скоростью, емкость конденсатора C110 целесообразно уменьшить до 0,047 мкФ. При этом длительности фронта и спада телеграфной посылки составят 7 и 10 мс, что соответствует рекомендуемым значениям в отечественной литературе значениям. Благодаря квадратичной ВАХ полевого транзистора форма огибающей сформированных импульсов становится близкой к оптимальной, колокообразной, что обеспечивает узкий спектр излучения телеграфной передачи, разумеется, при условии, что каскады УМ имеют достаточно линейную амплитудную характеристику. В неактивном режиме (управляющие сигналы mic off или +TX низкого уровня) работа задающего генератора блокируется током, протекающим через цепь VD8VD9R61VD15. Малое дифференциальное сопротивление диода VD15, открытого протекающим током, шунтирует резистор R106 цепи ООС, исключая возможность генерации. Постоянное напряжение +5 В с выхода генератора (вывод 1 DA9.2) поступает на исток VT7, а на затворе у него сигнал +KEY низкого уровня, поэтому он закрыт. Такое двухступенчатое управление обеспечивает надежное отключение телеграфного генератора и полностью исключает появление помех от него в режимах приема и работы микрофоном.

Телеграфный сигнал или сигнал с МУО через открытый третий ключ (выводы 3—4) переключателя DD6 поступает на вход нормирующего усилителя DA6.2. Если активен микрофонный тракт, усиление нормирующего усилителя $K_{ус}$ = R122/R140, если телеграфный — $K_{ус}$ = R122/R129. Оптимальные уровни модулирующего сигнала раздельно для микрофонного и телеграфного трактов при налаживании устанавливают подстроечными резисторами R129 и R140.

Далее сигнал проходит через активный основной ФСС — ОУ DA6.1, DA5.2, DA5.1, электронный переключатель DD5, НЧ фазовращатель и дифференциальные усилители DA7, DA8. Так как в режиме передачи дифференциальные каскады подключены к низкоомной нагрузке — модулятору, их выходы умощнены парами комплементарных транзисторов VT8—VT15. Четырехфазный сигнал поступает на смеситель-модулятор, где выделяется полезный сигнал рабочей частоты, который с выхода микросхемы DD2 (вывод 9) через контакт X1 узла У5 подается на ДПФ.

Параллельно каналу транзистора VT3 подключен электронный ключ на транзисторе VT2. При переходе на передачу сигнал +TX высокого уровня поступит через делитель на резисторах R28R37, снижающий напряжение на затворе VT2 до +4,3...4,5 В, и откроет его. Малое сопротивление канала (50...80 Ом) открытого транзистора VT2 сильно шунтирует резистор R29 цепи ООС, что приводит к снижению $K_{ус}$ УНЧ примерно в 16...20 тысяч раз. Небольшой остаточный коэффициент передачи УНЧ (0,1...0,15) практически не мешает при работе микрофоном и позволяет получить негромкий, но отчетливый сигнал самоконтроля при работе телеграфом. Цепь VD6,R38,C38 обеспечивает быстрое, за доли миллисекунды, открывание ключа VT2 при переходе на передачу и его медленное (50 мс, определяется постоянной времени R38C38) закрывание при переходе на прием, исключая появление громких щелчков в телефонах при изменении режима работы.

Перевод трансивера в режим передачи микрофоном или телеграфом производит узел управления. Он выполнен на микросхеме DD7 — четырех двухвходовых триггерах Шмитта, формирующих необходимые сигналы. В исходном состоянии (режим приема), пока не нажаты ключ или педаль, на выводах 3 и 10 DD7 (сигналы +KEY и +TX) низкое напряжение (+0,3...0,8 В), а на выводе 11 DD7 (сигнал mic off) высокое напряжение (+8,0...8,8 В).

При замыкании контактов X15 и X16 основной платы на выводе 10 DD7 формируются сигнал управления +TX высокого уровня, переключающий трансивер в режим передачи, и сигнал управления mic off низкого уровня, разрешающий работу микрофонного тракта, и блокирующий телеграфный генератор. Если при нажатой педали будет нажат телеграфный ключ (контакты X13 и X14 основной платы замкнуты), сигнал управления +TX высокого уровня сохранится, а на выводе 11 DD7 (сигнал mic off) также появится высокий уровень, разрешающий работу телеграфного генератора и блокирующий микрофонный тракт. Одновременно на выводе 3 DD7 появится сигнал управления +KEY высокого уровня, формирующий телеграфную посылку.

Если работать ключом, не нажимая на педаль, появляется возможность прослушивать эфир в паузах между телеграфными посылками (режим "полного полудуплекса" — QSK). При первом нажатии на ключ напряжение высокого уровня на выводе 3 DD7 быстро (доли мс) заряжает через резистор R48 конденсатор C46. Высокий уровень напряжения на этом конденсаторе приводит к появлению на выводе 4 DD7 напряжения низкого уровня, которое инициирует формирование элементами DD7.3, DD7.4 сигналов управления +TX и mic off высокого уровня. Время удержания трансивера в режиме передачи после отпускания ключа примерно 0,1 с и определяется постоянной времени цепи R44C46. Если цепи коммутации внешних устройств (например, лампового УМ с релейным переключением) не выдерживают такой "скорострельности", время удержания можно увеличить, пропорционально увеличив сопротивление резистора R44, например, при сопротивлении 1 МОм, время удержания составит 1 с.

На транзисторах VT4—VT6 выполнен ключевой усилитель-формирователь сигналов управления +13,8RX и +13,8TX для переключения внешних узлов (ДПФ, УМ, ФНЧ, аттенюатора и пр.).

Для улучшения развязки и снижения помех по цепи питания каскады дифференциальных усилителей DA3, DA4, DA7, DA8 и остальной малосигнальной части тракта (сумматора, ФСС, МУО и пр.) питаются от отдельных интегральных стабилизаторов DA12 и DA13. Делители напряжения R72R73, R86R119, R96R153 создают напряжение смещения для ОУ соответствующих узлов при однополярном питании.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков В.** Приемник прямого преобразования на 28 МГц. — Радио, 1973, № 7, с. 20.
2. **Поляков В.** SSB приемник прямого преобразования. — Радио, 1974, № 10, с. 20.
3. **Поляков В.** Однополосный модулятор-демодулятор. — Радиотехника, т. 29, 1974, № 10.
4. **Поляков В.** Смеситель приемника прямого преобразования. — Радио, 1976, № 12, с. 18.
5. **Поляков В.** Приемник прямого преобразования. — Радио, 1977, № 11, с. 24.
6. **Поляков В.** Фазовые ограничители речевых сигналов. — Радио, 1980, № 3, с. 22.
7. **Поляков В., Степанов Б.** Смеситель гетеродинного приемника. — Радио, 1983, № 4, с. 19, 20.
8. **Поляков В.** Приемники прямого преобразования. — М.: ДОСААФ, 1981.
9. **Поляков В.** Трансиверы прямого преобразования. — М.: ДОСААФ, 1984.
10. **Поляков В.** Радиолюбителям о технике прямого преобразования. — М.: Патриот, 1990.
11. **Пьяных Ю.** Трансивер прямого преобразования. — Радио, 1979, № 7, с. 14.
12. **Лутс Э.** Трансивер прямого преобразования на 28 МГц. — Радио, 1988, № 1, с. 16.
13. **Поляков В.** Трансивер прямого преобразования на 160 м. — Радио, 1982, № 10, с. 49, 50; № 11, с. 50—53.
14. **Беленецкий С.** Однополосный гетеродинный приемник с большим динамическим диапазоном. — Радио, 2005, № 10, с. 61—64; № 11, с. 68—71.

(Окончание следует)

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

Модернизированный антенный блок диапазона 1260 МГц

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA), г. Курск

Описание аналогичной конструкции было опубликовано в статье Игоря Нечаева "Антенный блок диапазона 1260 МГц" ("Радио", 2004, № 10, с. 64—66). Сделан он был на основе усилительного модуля M68719, но в настоящее время этот модуль снят с производства. Автор предлагает модернизированный вариант описанного антенного блока с использованием нового модуля, производимого той же фирмой Mitsubishi.

Описанный в предыдущей статье антенный блок (АБ) успешно использовался командой курских ультракоротковолновиков в соревнованиях "Полевой день 2004" совместно с самодельным маломощным трансвертером и показал отличные результаты. В модернизированном варианте, взамен снятого с производства усилительного модуля M68719, предлагаю использовать другой — RA18H1213G, который на данный момент можно приобрести достаточно просто. Этот модуль имеет более простую схему включения, более устойчив и надежен в работе.

Схема модернизированного АБ приведена на **рис. 1**. В его состав входят усилитель мощности (УМ) на модуле DA2 (RA1BH1213G), малошумящий усилитель (МШУ) на арсенид-галлиевом полевом транзисторе VT2 (SPF-3043), стабилизатор напряжения 3,3 В на микросхеме DA1, а также электронный ключ на транзисторе VT1 и транзисторной сборке VT3.

Специализированный усилительный модуль DA2 RA18H1213G содержит три каскада усиления на полевых транзисторах и предназначен для работы в диапазоне 1240...1300 МГц. В режиме ЧМ при напряжении питания 12,6 В и входной мощности 100 мВт он обеспечивает на выходе 18 Вт (максимальная до 30 Вт). Выходную мощность можно регулировать от нуля до максимума, изменяя величину напряжения на выводе 2 модуля в пределах 0...4,5 В. Схема

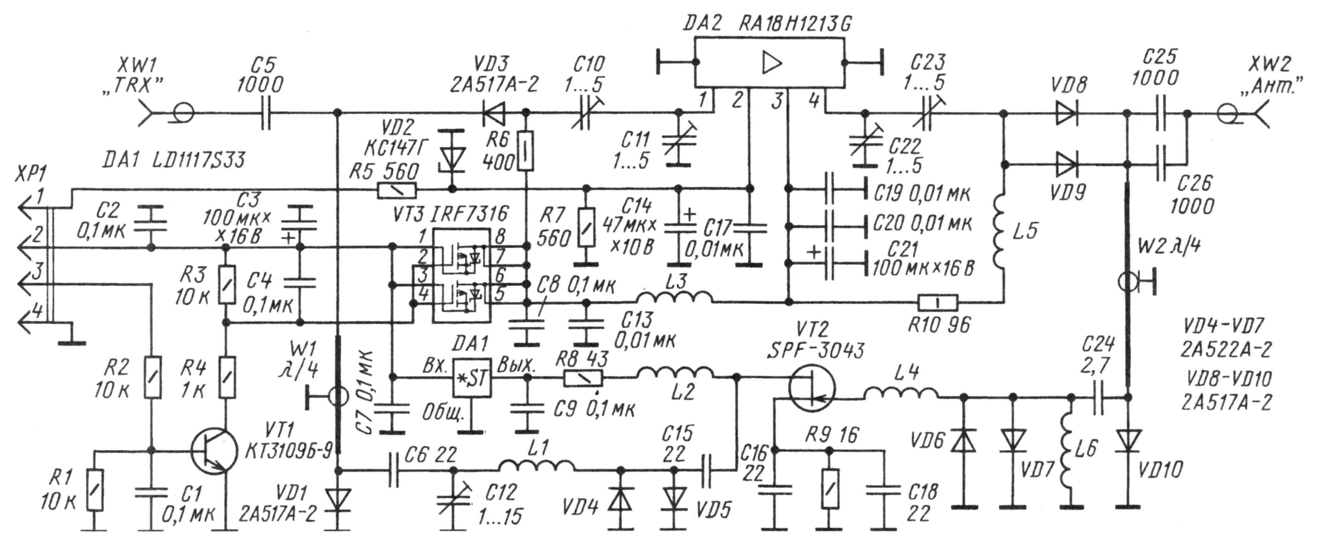


Рис. 1

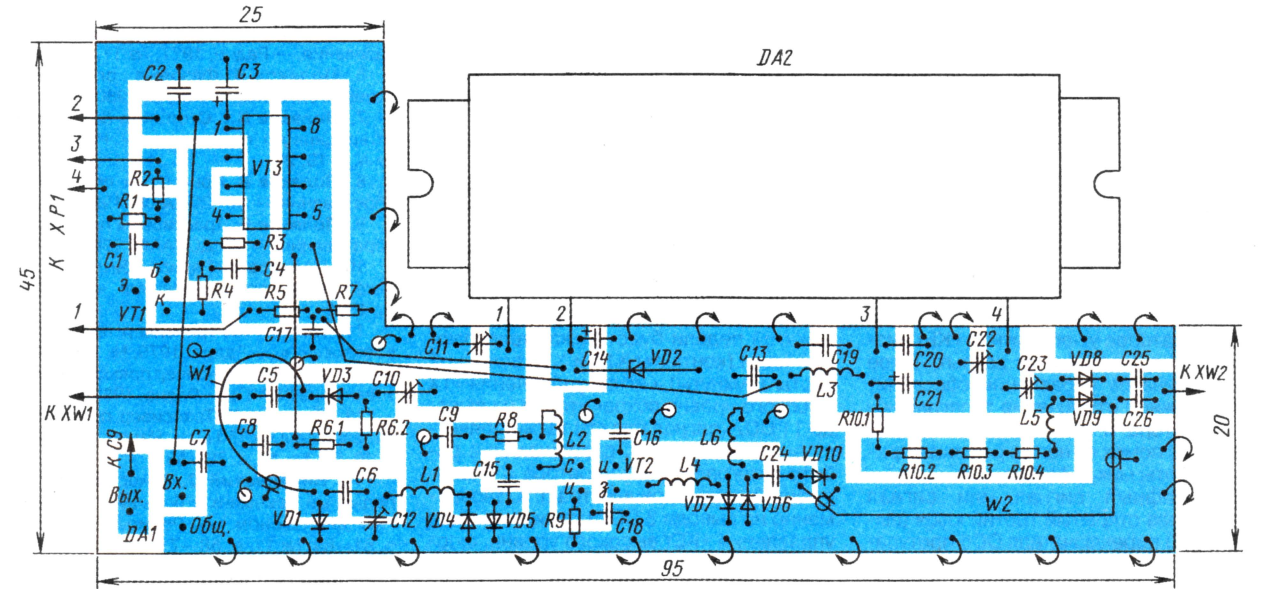


Рис. 2

включения модуля в АБ соответствует типовой, на его входе и выходе установлены согласующие конденсаторы С10, С11 и С22, С23 соответственно. Напряжение питания на модуль DA2 (вывод 3) поступает через электронный ключ на транзисторной сборке VT3, управляемый напряжением, подаваемым через вывод 3 разъема ХР1 и транзистор VT1. Управляющее напряжение модуля на вывод 2 поступает через резистивный делитель напряжения R5R7, а стабилитрон VD2 защищает этот вход от превышения напряжения и переполюсовок.

МШУ собран на малошумящем полевом транзисторе SPF-3043 (VT2), что позволяет получить высокую чувствительность. Этот транзистор на частоте 1 ГГц имеет коэффициент шума 0,25 дБ и коэффициент усиления до 20 дБ. С антенного разъема XW2 сигнал через отрезок кабеля W2 электрической длиной $\lambda/4$ поступает на вход МШУ, где установлен ФВЧ C24L6 с частотой среза около 1000 МГц. Катушка L4 обеспечивает согласование транзистора (компенсирует емкостную составляющую входного сопротивления). На выходе установлен ФНЧ L1C12, с которого сигнал через отрезок кабеля, также электрической длиной $\lambda/4$, поступает на разъем XW1. Режим транзистора по постоянному току задается резистором R9, диоды VD4—VD7 защищают полевой транзистор от мощных сигналов со стороны выхода и входа. Напряжение питания МШУ (3,3 В) стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения DA1.

Диоды VD1, VD3, VD8—VD10 (p-i-n диоды) обеспечивают переключение режимов приема—передачи. Включение режима ТХ осуществляется подачей напряжения 3...12 В на контакт 3 вилки ХР1, при этом открываются транзисторы VT1, VT3, питающее напряжение поступает на модуль, а также все p-i-n диоды. При этом вход модуля будет подключен к гнезду XW1, а выход — к гнезду XW2. Вход и выход МШУ будут закорочены малым сопротивлением диодов VD1 и VD10. Ко входу и выходу модуля DA2 подключены закороченные отрезки кабеля электрической длиной $\lambda/4$, входное сопротивление которых велико и не влияет на работу модуля.

При отсутствии напряжения на контакте 3 вилки ХР1 АБ находится в режиме RX. На модуль питающее напряжение не поступает, все p-i-n диоды обесточены, поэтому сигнал с антенного гнезда XW2 через отрезок кабеля W2 поступает на вход МШУ, а усиленный сигнал через отрезок W1 поступает на гнездо XW1. В режиме RX потребляемый ток составляет 25...30 мА.

Большинство деталей размещено на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, эскиз которой показан на **рис. 2**. По всему периметру по краю платы обе металлизированные поверхности соединены друг с другом с помощью фольги и, кроме того, они соединены проводом через отверстия. Плату крепят на металлическом основании толщиной 4...5 мм с проводящей поверхностью винтами и пайкой. Основание также выполняет функции теплоотвода для усилительного модуля, с внешней стороны его желательно сделать ребристым и установить вентилятор от компьютерной техники.

Транзистор VT2 SPF-3043 (на плате он установлен маркировкой вниз) можно заменить на ATF-10136 и аналогичные. Подстроечные конденсаторы — КТ4-27, все оксидные конденсаторы —ЧИП танталовые для поверхностного монтажа, остальные — К10-17в, К10-42 или аналогичные импортные также для поверхностного монтажа. Постоянные резисторы Р1-12 типоразмера 1206; R6 составлен из двух по 200 Ом, а R10 — из четырех по 24 Ом, включенных последовательно.

Катушки L1, L2, L4, L6 намотаны с шагом 1 мм на оправке диаметром 2 мм посеребренным проводом диаметром 0,2 мм и содержат 1, 4, 4 и 3 витка соответственно. Катушки L3 и L5 намотаны виток к витку на оправке диаметром 3 мм и содержат по 7 витков провода ПЭВ-2 0,3 и ПЭВ-2 0,7 соответственно. Отрезки линий W1, W2 должны иметь электрическую длину $\lambda/4$. Они выполнены из кабеля РК50-1-22 длиной 40,7 мм. Высокочастотные гнезда можно применить любые подходящие, при этом соединения с ними надо делать минимальной длины или коаксиальным кабелем. Низкочастотную вилку ХР1 можно применить любую подходящую, например, от компьютерной техники. Она должна выдерживать ток, потребляемый АБ.

Налаживание начинают с режима RX. На АБ подают напряжение питания и проверяют напряжение питания МШУ, оно должно быть около 3,3 В. Подбором резистора R9 устанавливают ток стока полевого транзистора 20 мА. Затем подстроечным конденсатором С12 и изменением индуктивности катушек L1 и L4 настраивают МШУ на максимум коэффициента передачи при минимуме входного КСВ на частоте 1296 МГц. В авторском варианте коэффициент усиления составил 17 дБ при КСВ 1,6.

Затем проводят регулировку в режиме ТХ. Для этого подают на контакт 1 ХР1 напряжение 3...4 В от регулируемого источника, к гнезду XW2 подключают согласованную нагрузку и ВЧ вольтметр для контроля выходного напряжения. На гнездо XW1 подают сигнал с частотой 1296 МГц мощностью 20...30 мВт от трансивера или ВЧ генератора. Подстроечными конденсаторами добиваются максимума выходной мощности. Мощность входного сигнала увеличивают до 100 мВт и повторяют настройку. После этого увеличивают напряжение на контакте 1 ХР1 до уровня, при котором выходное напряжение составляет около 5 В, и настройку повторяют несколько раз. Если конденсаторы С11 и С22 окажутся в положении минимальной емкости, то их из схемы можно исключить.

Для управления АБ, рядом с трансивером или трансвертером, надо установить блок управления, в состав которого должны входить индикаторы напряжения и тока, переключатели, а также регулируемый источник напряжения 0...12 В. С помощью этого блока осуществляют переключение режимов RX/TX, регулируют выходную мощность, потребляемый ток и т. д. Команду на включение режима ТХ можно взять с выхода трансивера.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев



Окончание. Начало см. на с. 62

Контрольные номера. RS(T) и возраст оператора. Станции с несколькими операторами передают средний возраст операторов команды. Участники соревнований, пожелавшие почтить память своих друзей или учителей, могут передавать дополнительную информацию и давать за это дополнительные очки. Пример: UA3WW DE RU3AX 59965/UA3AM 68 (68 — число лет, которое прожил UA3AM). В течение соревнований можно работать только в память об одном радиолюбителе. В память об одном и том же человеке могут работать любое число радиолюбителей.

Очки. Они начисляются в соответствии с возрастом в принятом контрольном номере. Число очков за QSO со станциями, работающими в память о коллегах, определяется суммой двух возрастов из контрольного номера (для примера, приведенного выше, — 133). Множителя в этих соревнованиях нет.

Дипломы. Победители по подгруппам, по странам мира и радиолюбительским районам России будут отмечены дипломами журнала "Радио".

Дипломы

"200 лет Кавказским Минеральным Водам". Диплом выдают за радиосвязи (наблюдения) на КВ и УКВ диапазонах, проведенные в период с 17 мая 2003 г. по 31 декабря 2006 г. Для получения диплома необходимо набрать 200 очков. Очки начисляют так: за QSO с коллективной радиостанцией RZ6HXA — 30 очков, с коллективными радиостанциями Кавказских Минеральных Вод (КМВ) — 15 очков, с радиолюбителями КМВ — 5 очков, с остальными радиолюбите-



лями Ставропольского края — 2 очка. Очки за телеграфные радиосвязи удваиваются. QSO, проведенные на УКВ диапазонах через репитер, не засчитываются. Повторные связи разрешены на разных диапазонах.

К городам КМВ относят: Минеральные Воды, Железноводск, Пятигорск, Ессентуки, Кисловодск, Лермонтов.

Радиолюбители Ставропольского края для получения диплома должны провести 200 QSO за тот же период.

Стоимость диплома для российских радиолюбителей — 20 руб., для радиолюбителей из других стран СНГ — 1 USD, а для остальных — 3 USD. Оплату диплома производят почтовым переводом в сумме, эквивалентной курсу USD на момент высылки заявки. Заявку, заверенную подписями двух радиолюбителей или печатью местного клуба, и перевод направляют по адресу: **357500, Россия, Ставропольский край, г. Пятигорск, аб. ящ. 20, Шинкареву Владимиру Геральдовичу.**

"Моздок". Диплом выдают за одну радиосвязь (наблюдение) с радиолюбителями города Моздока и Моздокского района Республики Алания (Северная Осетия). Засчитываются радиосвязи, проведенные начиная с 1 января 2006 г.



Стоимость диплома для российских радиолюбителей — 50 руб., для всех остальных — 3 USD. Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала и вместе с переводом высылают по адресу: **363751, РСО-Алания, г. Моздок, аб. ящ. 18, Деньщикову Алексею Юрьевичу.**

Беспроводные перспективы

Александр ГОЛЫШКО, гл. эксперт "Комстар — Объединенные Телесистемы", г. Москва

"Жизнь, как и сидение в Интернете: смысла нет, а уходить не хочется..."

Автор неизвестен

Принято считать, что беспроводные сети — наиболее быстрый путь создания инфраструктуры связи. Особенно там, где она в дефиците. Поэтому первая половина 2006 г. ознаменовалась каскадом конференций по беспроводному широкополосному доступу (БШД), о технологиях которого уже достаточно говорилось на страницах журнала, и мы не будем здесь повторяться. Тем более, что сегодня на повестке дня стоит не менее важный вопрос о распространении БШД по всему миру, и в России в частности, и в связи с этим мы остановимся сразу на трех наиболее заметных международных мероприятиях путем составления непрерывной информационной ленты.

Три источника

Итак, 17 и 18 апреля в Москве прошла ежегодная конференция Wireless Broadband, организованная компанией Infor-Media Russia. Конференция проходила при поддержке Ассоциации 3G, WiMAX Forum, Wi-Fi Alliance, WiMedia Alliance, Motorola, Intel, а также IBM, InfiNet и Qualcomm. Вскоре, 22—24 мая, в Вене прошли конференция и выставка WiMAX World Europe, организованные компаниями TrendsMedia, Yankee Group и Rethink Research при поддержке WiMAX Forum и целой группы спонсоров. Ее участниками стали представители свыше 1300 компаний, представляющих все сегменты рынка БШД, так или иначе связанного с оборудованием WiMAX. И наконец, 5 и 6 июля состоялась ежегодная и уже одиннадцатая конференция "БЕСпроводная пЕредача ДАнных" (БЕСЕДА-11), организованная компанией КомпТэк под эгидой Ассоциации документальной электросвязи (АДЭ).

Взгляд на отрасль связи

Давайте рассмотрим рабочий день современного (довольно делового) человека "от рассвета до заката". Утром он пользуется телефонной сетью общего пользования (ТфОП) + ADSL/кабель, в пути может работать в хотспотах Wi-Fi, потом на работе он по обыкновению использует связь посредством каналов T1/E1 (при посещении "чужих" офисов вновь работает с Wi-Fi), по дороге домой говорит по "мобильному" и использует GPRS, а дома опять "окунается" в ТфОП + ADSL/кабель. А вот завтра этот человек будет использовать персональный широкополосный доступ "от восхода до заката", где БШД займет достойное место. Человек должен быть везде на связи, а это непростая техническая задача, ибо отрасли еще только предстоит "соединить несоединимое" (но, скорее, все-таки несоединенное). В том числе интегрировать БШД с ADSL и пр. Вот это, пока еще несоединенное, и создаст основу будущего инфокоммуникаций.

Взгляд регулятора

Первую из упомянутых конференций открыл [тогда еще] директор ДИКТ Мининформсвязи РФ Виталий Слизень, который положительно оценил успехи в развитии БШД и его вероятную роль в дальнейшем развитии отечественной сетевой инфраструктуры. Технологии развиваются столь быстро, что потенциальные возможности операторов трудно оценить — вот уже и мобильный вариант WiMAX (IEEE 802.11e) обрел "стандартную" легитимность. Но, правда, только в рамках WiMAX Forum, ибо национальным администрациям связи только предстоит ввести его в нормативную базу. Общая идея выступления об отечественной роли БШД лежала в русле модных ныне демографических проблем, и ее можно было бы охарактеризовать фразой "плодитесь и размножайтесь". Напоследок докладчик заметил, что даже в случае наличия сертифицированных продуктов мобильного WiMAX нужно будет иметь лицензию на предоставление мобильных услуг, о чем национальный регулятор еще "поразмышляет". Ну а пока следует пожелать участникам рынка успехов.

Взгляд присматривающегося

Исполнительный директор Ассоциации 3G Андрей Скородумов выступал сразу на двух отечественных мероприятиях с программными докладами, и неспроста. Дело в том, что сети подвижной связи переживают определенный кризис идеологии, ибо, начиная с поколения 3G, они стали представлять собой относительно низкоскоростную высокомобильную часть и набор хотспотов с более высокой скоростью передачи информации. Это понимают мобильные операторы, хорошо знающие далеко не всегда блестящий зарубежный опыт сетей 3G (**рис. 1**).

А тут еще ко всем проблемам добавились сети БШД, которые, разумеется, еще не конкуренты по финансовым показателям (совокупные доходы "мобильщиков" пока раз в 50 больше), но технологическую мобильность уже имеют. Теперь теоретически сети фиксированной связи могут стать мобильными и вызвать изменения на рынке связи. Впрочем, низкомобильные БШД уже могут предоставить пользователю десятки Мбит/с, конкурируя даже с проводными решениями типа ADSL.

Группа стандартов IEEE 802.16x/HIPERMAN появилась на рубеже столетий как перспективный стандарт нового тысячелетия. Практически впервые за многолетнюю историю развития связи аккумулировались все новейшие достижения в теории передачи сигналов. Технологии WiMAX подразумевают три группы революционных решений — организацию приема и передачи сигнала по принципам OFDM, адаптивную, иерархическую систему протоколов с качеством обслуживания и технологии интеллектуальных антенн и пространственного доступа.

Технологии WiMAX претендуют на полное занятие "ниши" мобильного БШД и соответствующих услуг. Однако есть и другие технологии, "претендующие" на то же самое. Это и технологии Wi-Fi — Mesh, и cdma2000 1x EV-DO (релизы A и B), и UMTS TDD, и развивающийся стандарт IEEE 802.20 (окончательно еще не утвержден, но достижения уже имеются). А тут еще в июле компания Qualcomm объявила об успешном завершении испытаний HSUPA, технологии Super 3G, которую президент Qualcomm Europe Эндрю Джилберт назвал сильным конкурентом мобильного WiMax.

Приведенная ниже ситуация иллюстрирует "who is who" в части эффективности использования радиоспектра, причем первые четыре "башенки" принадлежат известным системам мобильной связи, а две последние — системам стандартов 802.16 и 802.20 соответственно (**рис. 2**).

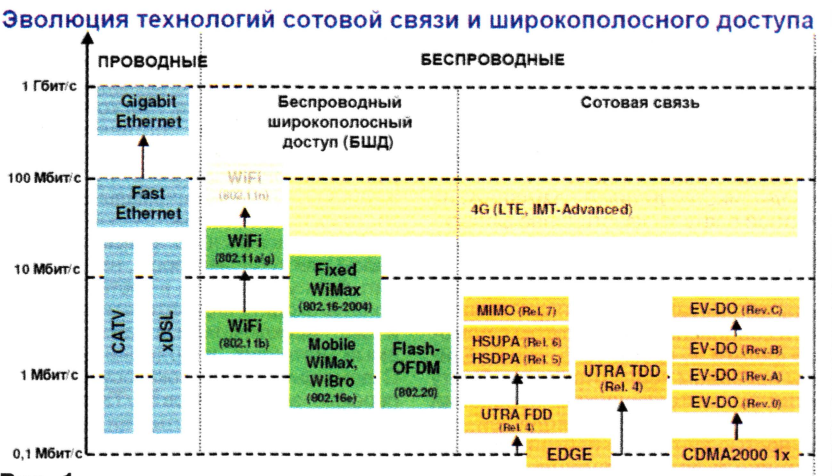


Рис. 1

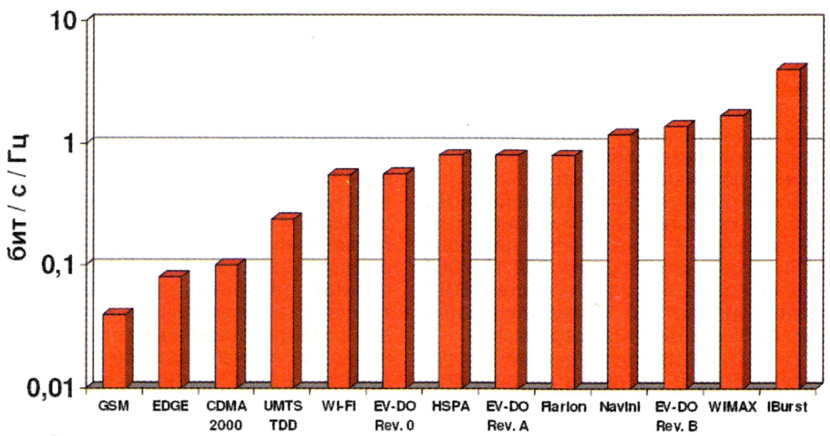


Рис. 2

Дабы преодолеть возникающую неопределенность, Ассоциация 3G не только готова не просто включиться в работу по развитию БШД, но даже возглавить процесс, а также дать предложения по государственному регулированию этой сферы. И даже поменять свое название (!) на что-нибудь более соответствующее современному уровню конвергенции беспроводных сетей любого назначения.

Взгляд на WiMAX

По данным Wi-Fi Alliance количество хотспотов Wi-Fi в мире перевалило за 150 тыс., охватывая до 90 млн абонентов и демонстрируя рост на 50...60 % в год.

Теперь этот успех хорошо бы повторить с WiMAX, "армия" приверженцев которого среди производителей радиооборудования перевалила за три сотни. По данным консалтинговой компании J'son & Partners на сегодня в мире планируется около 250 проектов развертывания сетей WiMAX, из которых более 100 уже реализуются. К середине 2006 г. интернациональное WiMAX-сообщество подошло к необходимости определения своего дальнейшего движения либо в сторону мобильного WiMAX, либо сближения с сетями 3G, либо дальнейшего совершенствования "самого скоростного" на сегодняшний день фиксированного варианта (вернее, его многочисленных вариантов) WiMAX, либо даже свертывания WiMAX-активности, ибо новые перспективы сетей 3G (например, HSDPA) вкупе с их массовостью хороши сами по себе, поскольку развертываются не в "чистом поле", а поверх развернутых сетей UMTS. Кому-то мешает запаздывающая элементная база, кому-то уже недостает радиочастотного ресурса, к кому-то никак не идут абоненты, кому-то, как всегда, немилы регуляторы, а кто-то никак не определится в WiMAX-мире, будучи "сбитым с толку" расплодившимися было мифами о феноменальных возможностях новой технологии.

Преимущество технологий WiMAX над конкурентами связано, прежде всего, с полным набором перечисленных выше революционных теоретико-информационных решений и шириной и многообразием частотных диапазонов. Правда, последнее таит в себе одновременно и наибольшие проблемы для реализации технологий WiMAX.

Чем хорош WiMAX, так это своим компромиссным положением между беспроводными локальными сетями (WLAN) и мобильной связью, которое нетрудно увидеть на приведенной ниже пентаграмме (**рис. 3**).

	UMTS TDD	*1xEV-DO*	*WiMAX IEEE802.16e*	*MobileFi IEEE 802.20*
Технология	W-CDMA	CDMA	OFDM и CDMA	OFDM и FDMA/TDMA
Спектр	IMT-2000 (3G) TDD. 1,9, 2,0, 2,5 и 3,4 ГГц.	Полосы FDD 0.45, 0.8, 1.8, 1.9, 2,0, 2,5 МГц.	2.3, 2.5, 3.5 ГГц	400 МГц – 3.5 ГГц
Скорость передачи данных (вниз/вверх, Мбит/с)	14/1.5 (HSPDA)	3.1/1.8 (релиз А)	15/1.5	4.5/2.5
Мобильность	120 км/ч	150 км/ч	100 км/ч	250 км/ч
Фирмы, поддерживающие разработку	IPWireless	Qualcomm	Intel, Siemens, Alcatel, Airspan, Navini	Flarion, Cisco, Lucent, ArrayComm, Kyocera, Motorola

НПФ «Гейзер»

Рис. 3

Типовые зоны обслуживания фиксированного WiMAX составляют:

0,8 км — 12 Мбит/с;
1,2 км — 6 Мбит/с;
2 км — 1,6 Мбит/с.

Чем БШД привлекателен — в общем-то, понятно. Если взять типовой пример организации канала DS-3 (45 Мбит/с) традиционным способом и, к примеру, с помощью оборудования БШД Tsunami 10BaseT, то выигрыш составит 25 %. Сюда входит меньшая установочная плата и отсутствие как ежемесячных платежей, так и необходимости ждать 2—4 месяца, пока "протянут" канал. Нелишне упомянуть, что пропускная способность полученного канала связи в 16 раз превышает то, что могла бы дать типовая сеть 3G, "усиленная" HSDPA.

Что касается расхожих мифов, то их развенчала Кэролайн Габриэл, директор по науке компании Rethnik Research Associates. Итак, "официально следует считать неправдой", что WiMAX:

— обеспечивает 70 Мбит/с на расстоянии 50 миль;
— это чип;
— лучше, чем 3G;
— это 4G;
— это технология компании Intel.

Взгляд исследователя

В мире телекоммуникаций нет таких перспектив, которые не могли бы реализовать системы БШД. Вот только частотный вопрос их испортил. Ведь национальный природный ресурс — ныне дефицит в каждой промышленно развитой стране. Развернутый анализ некоторых аспектов внедрения систем БШД в РФ дал в своем докладе Виктор Коваль, генеральный директор НПФ "Гейзер". В частности, им были приведены ключевые технические параметры систем БДШ (см. **таблицу**).

А один из выводов заключается в том, что широкий круг существующих технологий БШД (отнюдь не только WiMAX) имеет значительную долю неопределенности дальнейшего развития из-за нерешенности вопросов радиочастотного обеспечения. В самом деле, частот, которых и так уже почти нет, явно не хватит на всех потенциальных участников рынка БШД. Значит, нужны работы по конверсии радиочастотного спектра, нужны дальнейшие экспериментальные и научно-исследовательские работы в данном направлении.

Как иллюстрацию к вышесказанному приведем реплику одного из участников БЕСЕДЫ-11, который сказал, что

у них работают еще только 2 базовые станции в диапазоне 2,4 ГГц, но уже множество проблем...

Взгляд "практикующего оператора"

В наши дни никому не нужно объяснять, чем, например, практикующий врач предпочтительнее врача-теоретика. Взгляд на текущие проблемы развития сетей pre-WiMAX дал технический директор Art Communications Алексей Сухов. Вот уже несколько лет эта компания предоставляет передачу данных с гарантированными скоростями, доступ в Интернет, VoIP, VPN на базе собственной сети под брендом "5G" в Москве, Московской области и Санкт-Петербурге, работающей в диапазоне 5,25—5,35 ГГц.

На сегодняшний день Art Communications сформировала собственный взгляд на возможности своей сети, позволяющей оперативно подключать абонентов и предоставлять им указанный мультисервис, что подразумевает "реалистичные" параметры дальности и скорости, а также "реалистичный" взгляд на услуги. Короче говоря, в реальной сети БШД возможны "или песни или танцы", т. е. все сразу, а именно весь набор услуг, большая дальность и высокая скорость, там не получается. Поэтому уже сейчас оператору стало ясно, что вопреки некоторым обещаниям "локомотив" WiMAX будет таки "ехать, а не лететь".

Взгляд из-под облаков

А вот "лирическое отступление". Последние пять—десять лет телекоммуникационный мир "будоражат" проекты обеспечения БШД на базе аэростатов, дирижаблей и т. п. Их преимущества в части территориального охвата бесспорны, однако есть масса технологических проблем, из-за которых, очевидно, мы так и не увидим известный проект Sky Station сотоварищи.

Живой интерес собравшихся в апреле вызвало сообщение зам. директора ИППИ РАН и члена наблюдательного совета Владимира Вишневского о создании БШД на базе высотных платформ. Одна из решенных проблем (помимо бортовой энергетики и экономики) —стабилизация антенн. Тут получился определенный успех в двух областях — в привязных аэростатах и электровинтокрылых платформах. С одной стороны, суперпрочный и легкий трос (он же — дуплексный канал связи и силовой кабель) — основа общего успеха. Ну а летающий крест с четырьмя винтокрылыми установками особенно поразил собравшихся. Оказывается, все поднимается на 300 м с полезной нагрузкой 50 кг и работает в диапазоне температур — 55...+55 °С и ветровой нагрузке до 20 м/с.

Взгляд на мобильные риски

Несмотря на ощутимые достижения оборудования WiMAX, сохраняются риски его применения. Прежде всего, благодаря неопределенности дальнейшего движения — то ли в сторону дальнейшего совершенствования фиксированного 802.16-2004, то ли в сторону адаптации мобильного 802.16е под все категории абонентов.

Следует иметь в виду, что мобильность становится действительно интересной при наличии компактных, удобных и недорогих терминалов, а также возможности роуминга. Следует учитывать также, что на некоторых рынках "широкополосная" мобильность вообще появится не скоро. Кроме того, исследования показали, что 35 % потенциальных пользователей в принципе не интересуются мобильностью.

Таким образом, фиксированный БШД остается привлекательной и приоритетной задачей. А в частности, диапазон 5 ГГц можно считать для 802.16-2004 главной базой, ибо из всех систем БШД именно он "дает" 20 % прибыли и занимает 27 % в сетевом развертывании.

К тому же фиксированный доступ имеет сегодня на планете приоритет и совокупную клиентскую базу 3,6 млрд пользователей.

Казалось бы, мобильный 802.16е одним махом решает все проблемы как мобильного, так и фиксированного доступа, не требуя модернизации, имея массу приверженцев среди компаний-производителей, не говоря уже об относительно недорогих и компактных терминалах, обещанных в 2007 г. Ведь для получения "истинной" беспредельной мобильности всем производителям нужно унифицировать и совместить свои продукты. А вот у фиксированного 802.16-2004 есть проблемы с полной совместимостью оборудования разных поставщиков, отсутствием перспектив дальнейшего появления мобильности (разговоры о наложенной мобильной сети останутся, скорее всего, разговорами), а также с относительно большими и дорогими терминалами. Однако скорости передачи в фиксированном варианте будут явно больше, а в мобильном — это еще смотря сколько будет одновременно работающих пользователей.

Таким образом, весьма высоки временные риски, ибо, ожидая "манны мобильной", можно потерять рынок.

Что помимо поддержки большого количества поставщиков и наличия портативных мобильных терминалов должно вывести мобильный WiMAX "в свет"? Это гармонизация спектра и ответ на крайне важный вопрос — действительно ли персональный broadband позволяет экономить на стоимости персонального канала? И отвечать на него придется всем WiMAX-сообществом.

Основой сети беспроводной будущего должна стать "бесшовная мобильность", подкрепленная универсальным и постоянным БШД, универсальным терминалом, который в инфокоммуникационном смысле "делает вас богаче", и "джентльменским набором услуг": информация + развлечения + связь + мониторинг + управление. Не забудем и персональный контент, доступный всем и везде.

Главные же риски 2006/2008 связаны с временным фактором, наличием радиоспектра, абонентских терминалов с должной функциональностью, их стоимостью и, разумеется, наличием такой "мелочи", как абоненты.

Сертификация мобильного WiMAX ожидается в следующем году, хотя некоторые компании, например, Alcatel, Alvarion, Motorola, демонстрировали свое оборудование на WiMAX World Europe.

Взгляд на гибриды

Во многих странах уже появляются и проектируются так называемые "беспроводные метрозоны" (Hot Zones) и даже "цифровые города", где фиксированные сети WiMAX и pre-WiMAX создают гибрид с сетями Wi-Fi и часто выступают в роли транспортных сетей. Правда, в большинстве цифровых городов побудительным мотивом стало, прежде всего, желание местных властей иметь оперативную связь на базе БШД для нужд полиции (видеокамеры наблюдения), транспорта (автобусы) и т. п. Очевидно, для развития цифровых городов очень нужно чье-то очень сильное желание получить сервис совершенно другого уровня. В общем, ищите мотивацию.

В качестве иллюстрации рассмотрим полицию Лос-Анжелеса, о которой говорилось на БЕСЕДЕ-11. Благодаря сети WiMAX по всему городу были установлены датчики, реагирующие на "работу" стрелкового оружия и призванные облегчить работу патрульных. Так, в первую же ночь в городе было зарегистрировано свыше 50 (!) перестрелок, о которых полиция ничего не знала. Очевидно, американские полицейские теперь не нарадуются своему "облегчению", но что же делать...

Взгляд на "убийство"

Убьет ли WiMAX сети 3G? Сможет ли WiMAX сам по себе стать "убойным приложением"? Таким вопросом задавались участники конференции в Вене, но сошлись на том, что пока обойдется без жертв. Скорее всего, одни станут лучше, будучи "напуганными" другими. Как сказал глава стратегического развития Yankee Group Бердж Айвазян, для такого "убийства" на поле мобильного БШД должны появиться сильные "мультитехнологичные" и "мультивендорные" игроки с какими-то особыми бизнес-моделями. Да и WiMAX пока весьма "критичная технология". Впрочем, говорить об этом пока рано, ибо слишком уж несовместимы пока "весовые категории", о чем упоминалось выше.

А Кэролайн Габриэл добавила, что она видит довольно протяженный путь по трансформации WiMAX в полностью мобильную технологию, хотя "технологическая гонка", как говорится, налицо. Конечно, фиксированным операторам постепенно становится необходимым "широкополосное пространство", но это происходит в поисках новых источников дохода, а не во имя какой-нибудь конкурентной "войны" с мобильными операторами.

"Я вижу очень большую опасность, — добавила Кэролайн, — в том, если мы будем смотреть на WiMAX просто как на "подросший" Wi-Fi". И хотя она не знает, станет ли какой-нибудь WiMAX-laptop конечной точкой развития абонентских терминалов и соответствующего "прорыва в продажах", она предостерегает, что сегодня крайне важно — не "заболеть" навязчивой идеей создания такого laptop'а. Ведь это совсем другой цикл модернизации (причем относящийся к миру laptop'ов), и он более важен для пользовате-

лей ПК, причем последние могут иметь к нему крайне ограниченный интерес. Пусть технология WiMAX победит в главном — вот тогда она станет "поистине разрушительной". А участники рынка все вместе, должно быть, споют какой-нибудь "беспроводный Интернационал".

Взгляд на перспективы

В принципе передовые производители уже с начала текущего года были готовы к выпуску оборудования мобильного WiMAX, но их сдерживало отсутствие соответствующего чипа компании Intel. И вот 24 июля Intel анонсировала мобильный чип WiMax Rosedale II, который, как она надеется, будет способствовать популяризации технологии высокоскоростной мобильной связи. До конца года чип пройдет испытания в Европе.

Считается, что абонентские устройства WiMAX займут ценовую нишу от $500 до $0 (!), причем с уменьшением их стоимости на каждые $100 существенно расширяется и место на рынке. Intel планирует постепенно встроить поддержку WiMAX во все ноутбуки Centrino, а также добавить ее в некоторые другие продукты. Объемы рынка и прогнозы, по мнению Rethnik Research Associates, таковы:

2006

— линий broadband — 205 млн (в Европе — 53 млн); БШД занимает 3,7 % рынка; мобильного БШД — нет (без Wi-Fi).

2008

— линий broadband — 430 млн (в Европе —128 млн); БШД — 17 % (в Европе — 10 %);

— БШД с портативными терминалами — 10 % (в Европе — 8 %);

— абонентов с услугами FMC/БШД — 43 млн (в Европе — 10,2 млн);

— абонентов с персональным broadband (кроме 3G и Wi-Fi) — 56 млн (в Европе — 14,5 млн).

2010

— 256 млн двухрежимных телефонов, и 10 % из них — с WiMAX (25 млн);

— 45 млн WiMAX мини-ПК (наладонники и ноутбуки);

— в Европе 63 % абонентов фиксированного broadband с портативными/персональными терминалами.

В Вене прозвучала еще одна памятка современным операторам — в broadband-проектах, в отличие от фиксированной и мобильной связи, необходимо совмещать услуги связи и поставки контента и приложений в одном бизнес-кейсе. Как? Нужно учиться, учиться и учиться...

Взгляд на политику

Понятно, что WiMAX — это не весь БШД. Вот, к примеру, американская система NextNet не противопоставляется стандартам WiMAX, но и не следует им, поскольку реализуется на "нестандартном", с точки зрения WiMAX Forum, оборудовании Expedience (но отнюдь не уступающем ему) американской компании NextNet Wireless (дочернее предприятие компании Clearwire). Тем не менее компания NextNet является членом консорциума WiMAX Forum и участвует в разработке спецификаций для мобильного WiMAX. В настоящее время Clearwire строит в США национальную сеть БШД. С 2005 г. на базе Expedience создается сеть на 2/3 территории Канады. Есть небольшая сеть и в Москве (Synterra), работающая в диапазоне 2,5 ГГц.

NextNet Wireless очень надеялась на существенное снижение стоимости абонентских терминалов, что дало бы возможность соответственно расширить рынок. Однако, как говорят критики, сие могло произойти в двух случаях — либо NextNet Wireless перейдет на платформу WiMAX или же, как высказывались некоторые аналитики, она "убьет" WiMAX и займет его место. Однако в июле 2006 г. компания Clearwire отказалась от дальнейшего строительства сетей БШД на базе NextNet после получения инвестиций объемом $900 млн от Intel Capital и Motorola с целью гармонизации оборудования со стандартами WiMAX Forum. Говоря простым языком, производитель был приобретен прямым конкурентом с вполне предсказуемыми целями.

Очевидно, основываясь на схожих примерах, аналитики сегодня говорят о том, что шаги к будущим мобильным сетям 4G будут как никогда зависеть от политики, а не от техники. Вообще-то, современные "супертехнологии" БШД приходят на уже занятое поле. Кто победит? Похоже, теперь надо спрашивать политиков. Ведь, с одной стороны, политика — это концентрированная экономика, а с другой — история — это остановленная на лету политика.